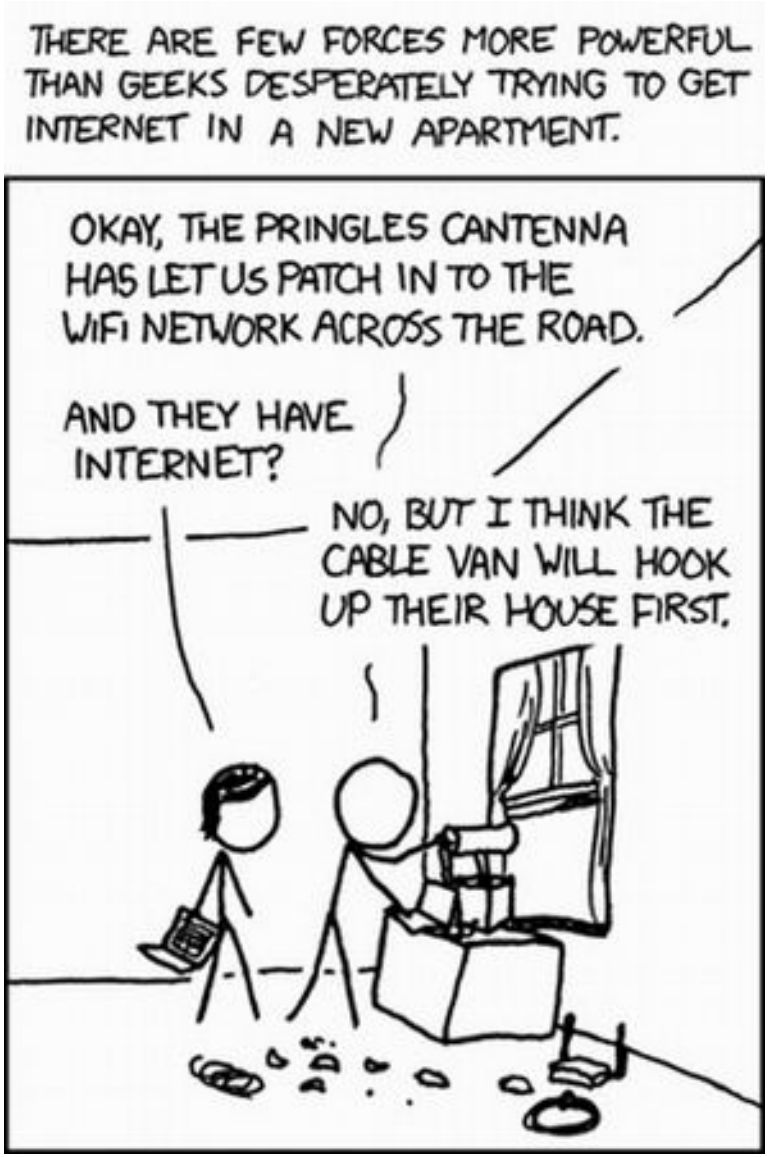
Sissejuhatus infotehnoloogiasse

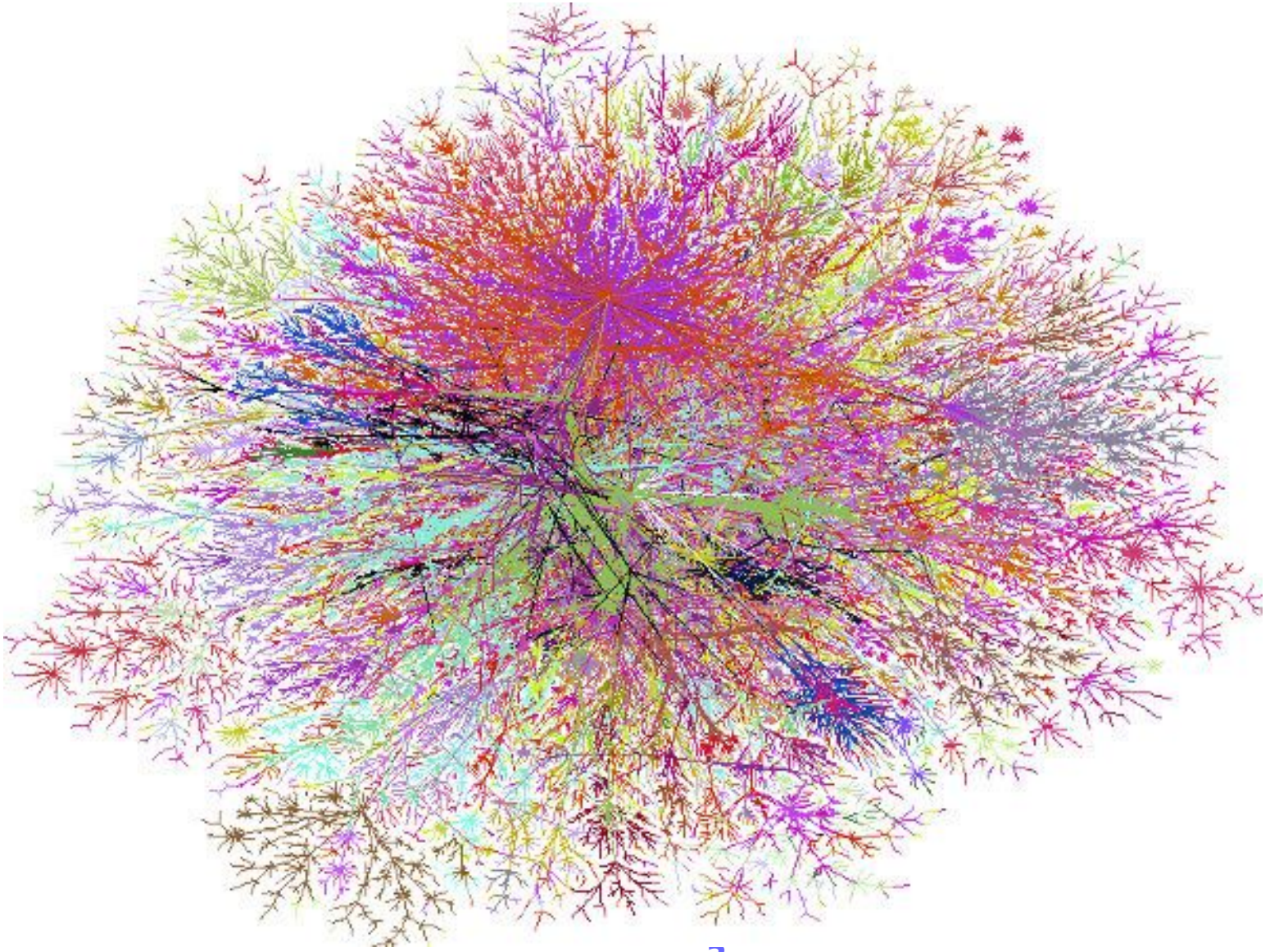
Interneti funktsioneerimine

Loengu ülevaade: Interneti funktsioneerimine

- Sissejuhatus
- Kohtvõrk: ethernet
- Internet seob kohtvõrke
- Interneti baasmehhanismi, IP funktsioneerimine
- TCP ja UDP: kaks täiendavat protokolli IP-le
- Üldpilt kihilisest protokollindusest: ISO/OSI mudel
- Muud sideprotokollid
- HTTP protokoll
- DNS funktsioneerimine



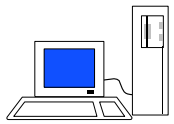
Võrkude võrk



Juhtmed, võrguseadmed, arvutid

Kiirülevaade võrgunduse funktsioneerimisest

- Üldpilt:



Masin X

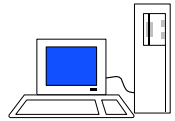
Traat või raadioside või valguskaabel vms

Programm 1 käib kogu aeg ja ootab, et keegi talle infot (mingi teksti) saadaks. Kui saadetakse, siis ta rehkendab vastuse ja saadab vastuse.

Programm 2 saadab programmile 1 masinas X teksti, ootab vastust. Seejärel vaatab, mis vastuses on, ja vastavalt tegutseb.

NB! Masinates X ja Y on **elektroonikatükk (võrgukaart)** mis on traadi küljes ja suudab mõõta pinget traadis ja sinna ise pinget peale anda. Programmid 1 ja 2 juhivad/kuulavad võrgukaarti kaardi draiveriprogrammi abil.

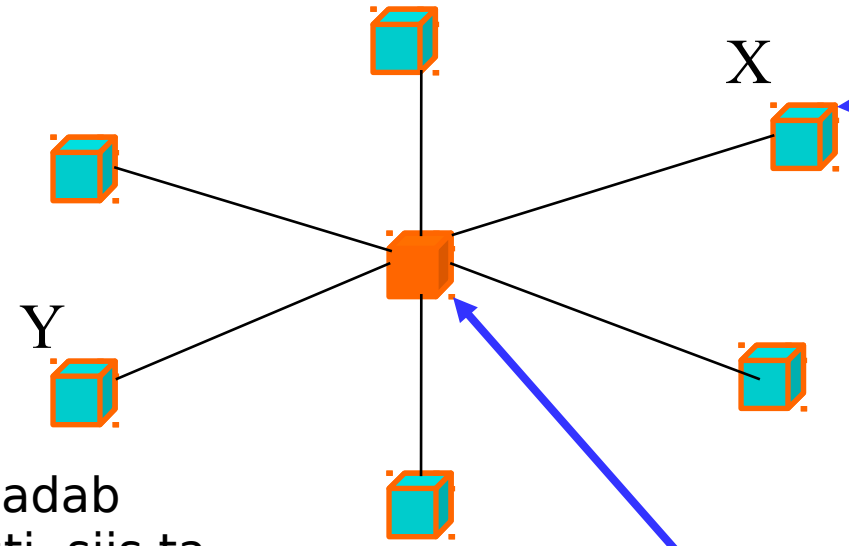
Masin Y



Interneti funktsioneerimine 1

- Üldpilt sama, mis eelmisel slaidil.
- Küsimused, mis tahavad vastust:
  - Kui arvuti Y on traadiga ühenduses mitme eri arvutiga (X, Z, U, ...) siis kuidas saata nimelt soovitud arvutisse (meie näites X) oma info?
  - Kui X ja Y pole otse ühenduses vaid teiste kaudu, siis kuidas jõuavad sõnumid ühest arvutist teise?
  - Kui info hulk on väga suur (näiteks 700 MB), kas saaks seda üksikute väiksemate tükkidena saata?
  - Kuidas kontrollida, kas tükid jõudsid pärale?
  - Mis teha, kui mõni tükk kaduma läheb?
  - Kuidas arvuti X tükid õieti kokku oskab panna?

Hulk arvuteid võrgus traatipidi koos: ethernet



Igal arvutil on oma **unikaalne NIMI** ehk aadress **Ethernetis**:

MAC aadress: 48 bitine arv 01:23:45:67:89: ab

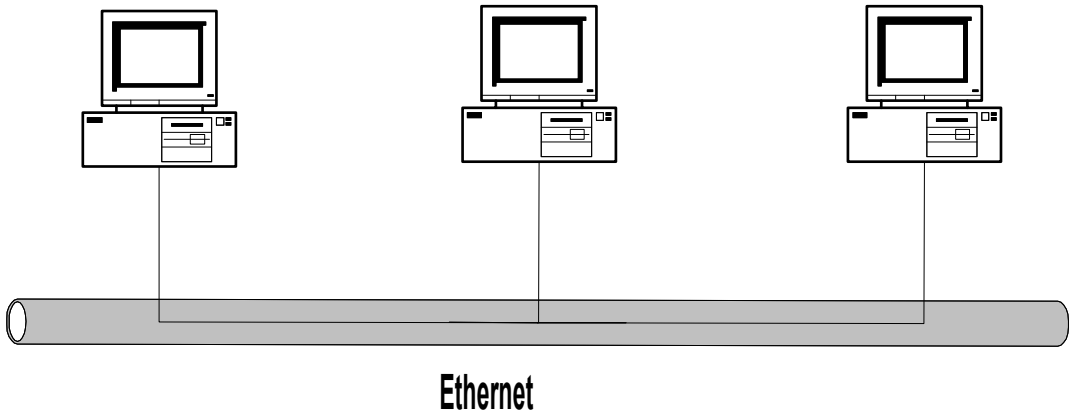
Kui arvuti Y saadab arvutile X teksti, siis ta saadab selle Alguses traatipidi **KÕIGILE** arvutitele võrgus, aga teksti juures on öeldud, et **AINULT** X (MAC aadress!) peab seda kuulama. **Teised ignoreerivad.**

Switch on filter, mis õpib võrguliiklust kuulates millise traadi otsas on mingi masin ja saadab edasi AINULT sellele, kellele teade kuulub.

NB! Korraga on traadil ainult üks teade!

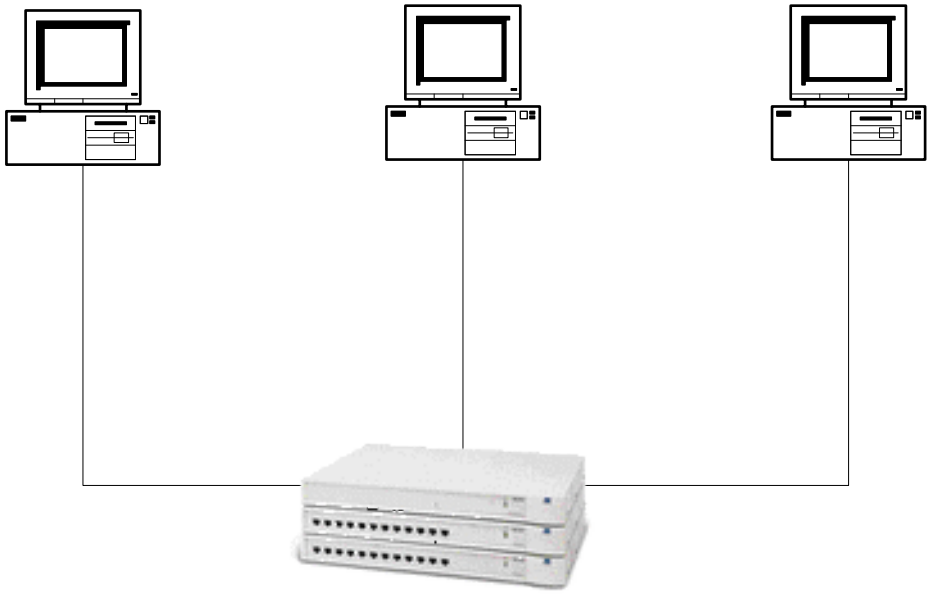
Etherneti algne siini arhitektuur

- 10Base5 ja 10Base2 Ethernet kasutas ühtset jagatud siini (eetrit)

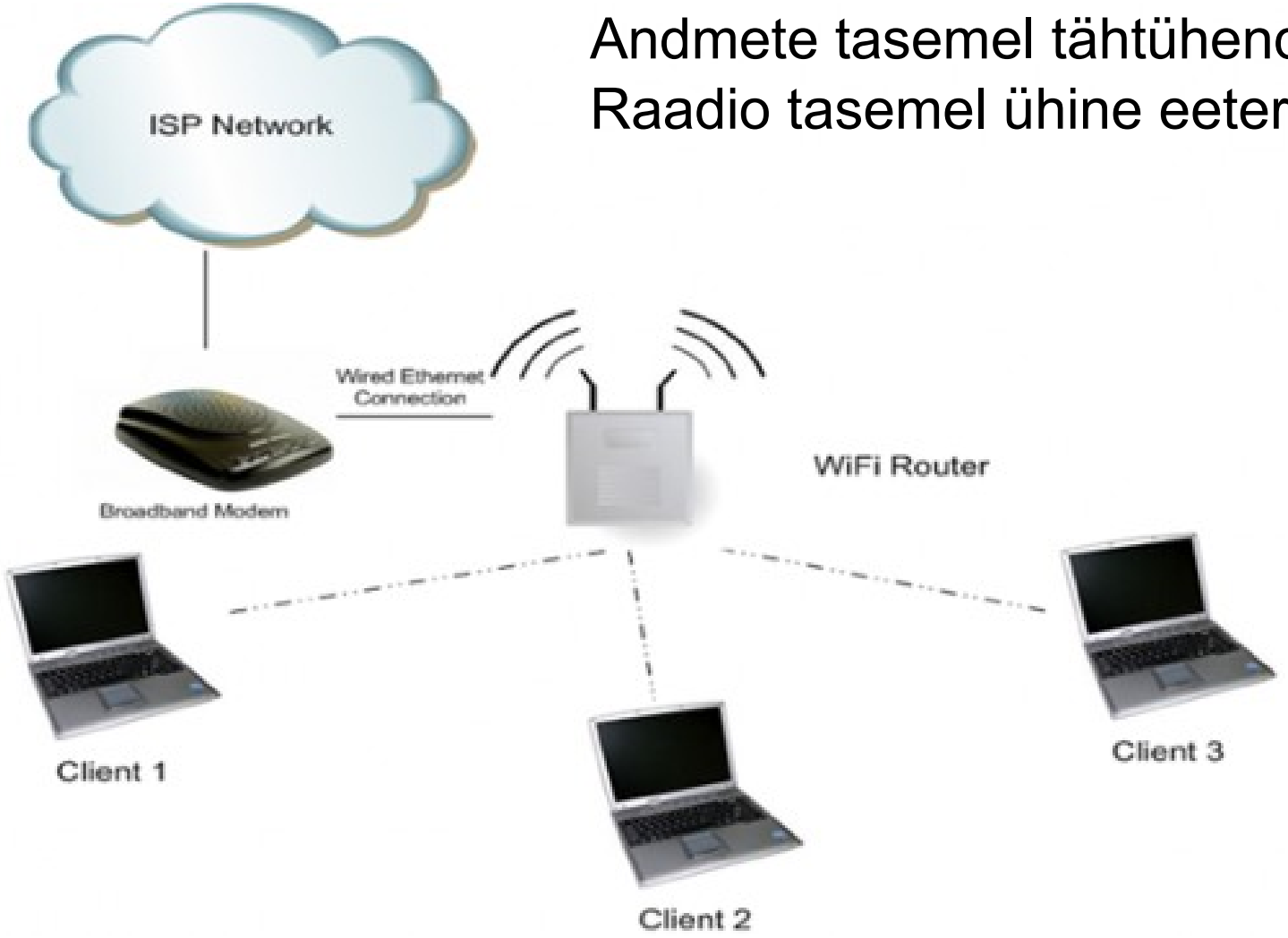


Tänapäeval kasutatakse täht-arhitektuuri

- Seadmed on ühendatud *switch*-iga

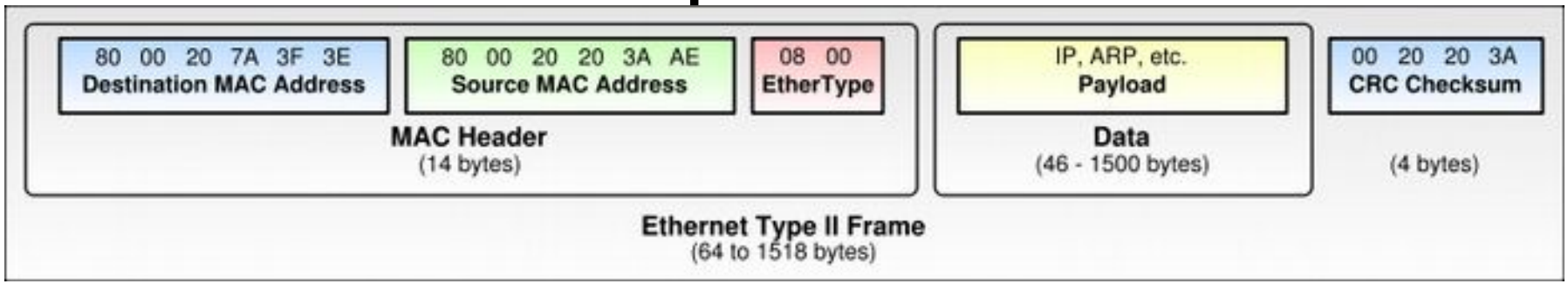


Traadita võrk – kombinatsioon



Andmete tasemel tähtühendus
Raadio tasemel ühine eeter

Ethernet paketi formaat



- Preamble 7 octets of 10101010
- Start-of-Frame-Delimiter 1 octet of 10101011

- **MAC destination 6 octets**
- **MAC source 6 octets**
- **Ethertype/Length 2 octets**
- **Payload 46-1500 octets**
- **CRC32 4 octets**

- (Postamble 1 octet of 01111110)
- Interframe gap 960 ns (100M)

Internet?

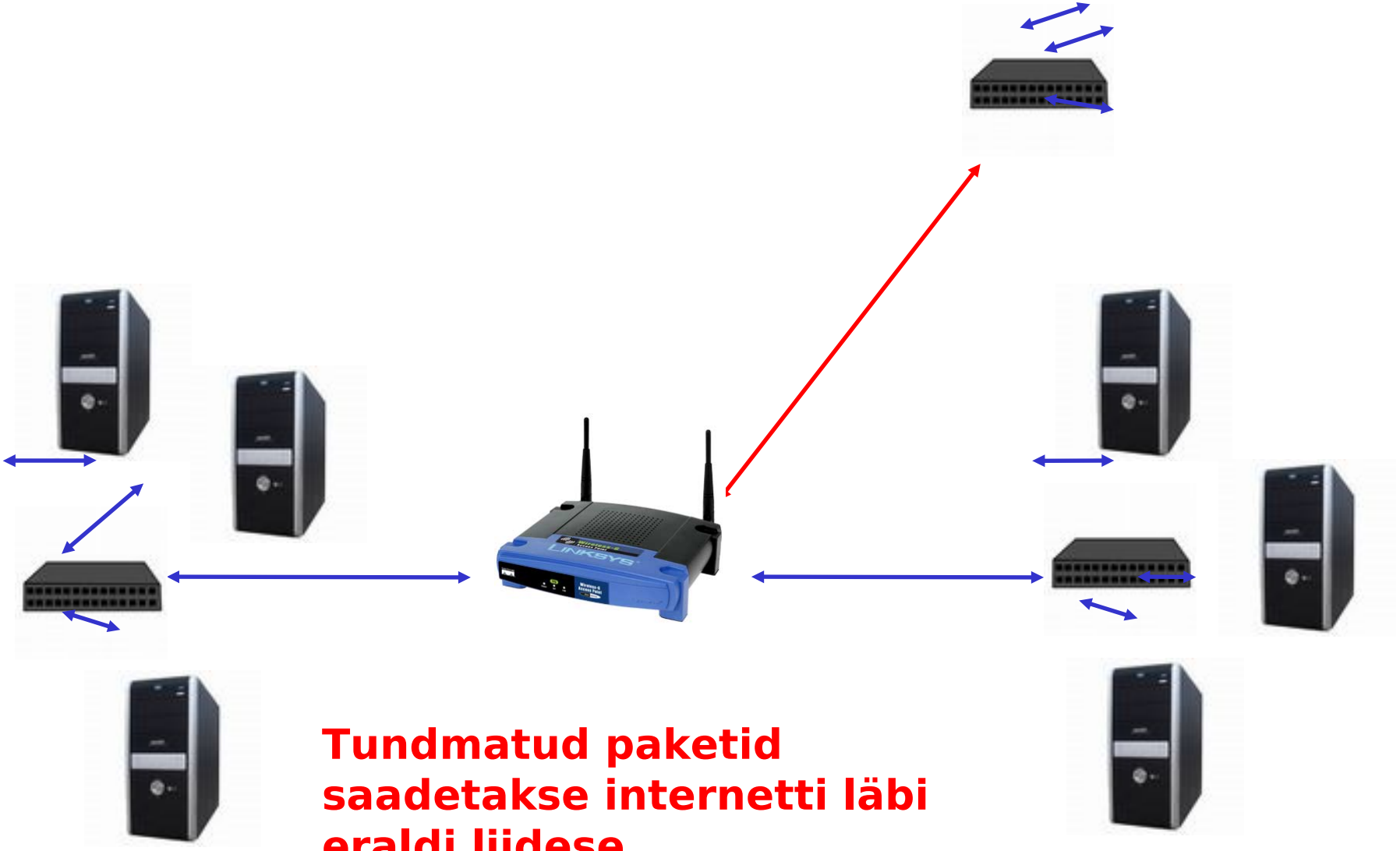
- Internet seob erinevaid kohtvõrke.
- Kohtvõrgus reeglina ethernet (sh wifi).
- Eri kohtvõrkude sidumiseks antakse igale masinale unikaalne nn IP aadress: tüüpiliselt neli baiti (193.40.254.28).
- IP aadress ja muu vajalik info on etherneti paketi sisu üks osa.
- Ruuter on masin, mis ühendatud korraga mitme kohtvõrguga ja mis otsustab, kuhu kohtvõrku pakett edasi saata.

Marsruuter

- Saab teha suvalisest arvutist

Saadab pakette ühest võrguliidesest teise

Tavaliselt



Tundmatud paketid saadetakse internetti läbi eraldi liidese

Suured infrastruktuuri marsruuterid

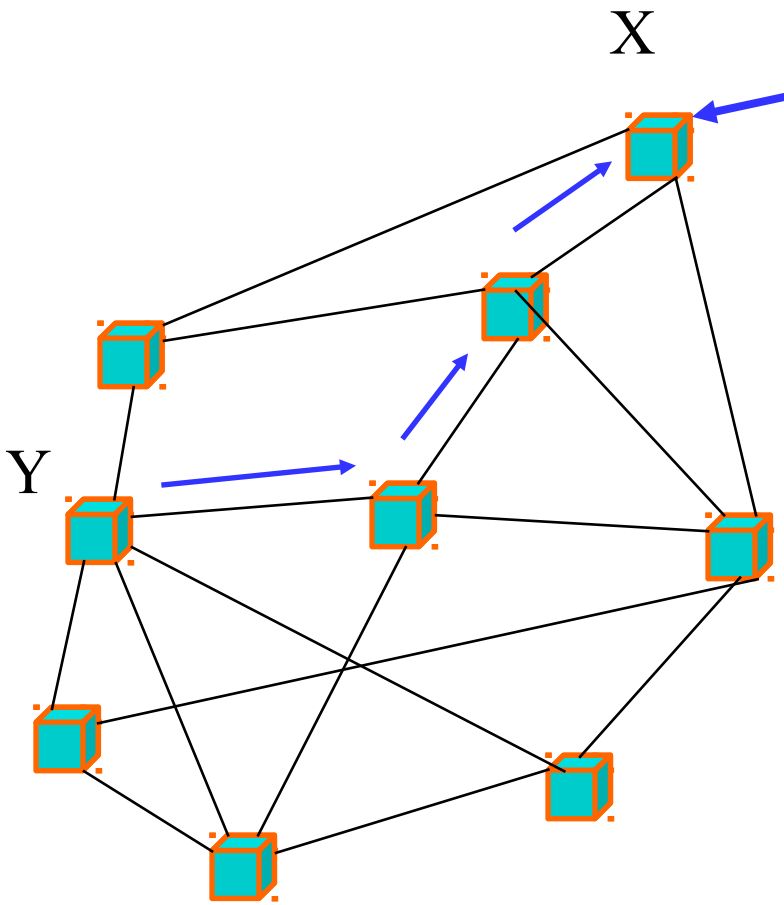
ga kiired, oskavad marsruutimise keerulisemaid osi

Hulk arvuteid võrgus traatipidi koos: internet

Teksti küljes on alati IP aadress.
Iga võrgus olev masin suunab saadud teksti õiges suunas.
Kuidas?

Nn “routing table”
ütleb, vaadates IP aadressi.

Igas arvutis on nn **“router”-programm**, mis kuulab traati ja saadab saadud tekstid õiges suunas edasi.



Osa arvuteid võrgus on “lihtsalt” harilikud arvutid, osa spetsiaalsed “võrgu-ruuterid”

Igal arvutil on oma **unikaalne NIMI** ehk aadress

Internetis:
IP aadress:
32 bitine arv

32 bitti on 4 baiti. IP aadress kirjutatakse enamasti “inimloetavalt” nii (näide):
193.40.254.179

Interneti alusprotokolli (IP) kasutamise põhi-ideed

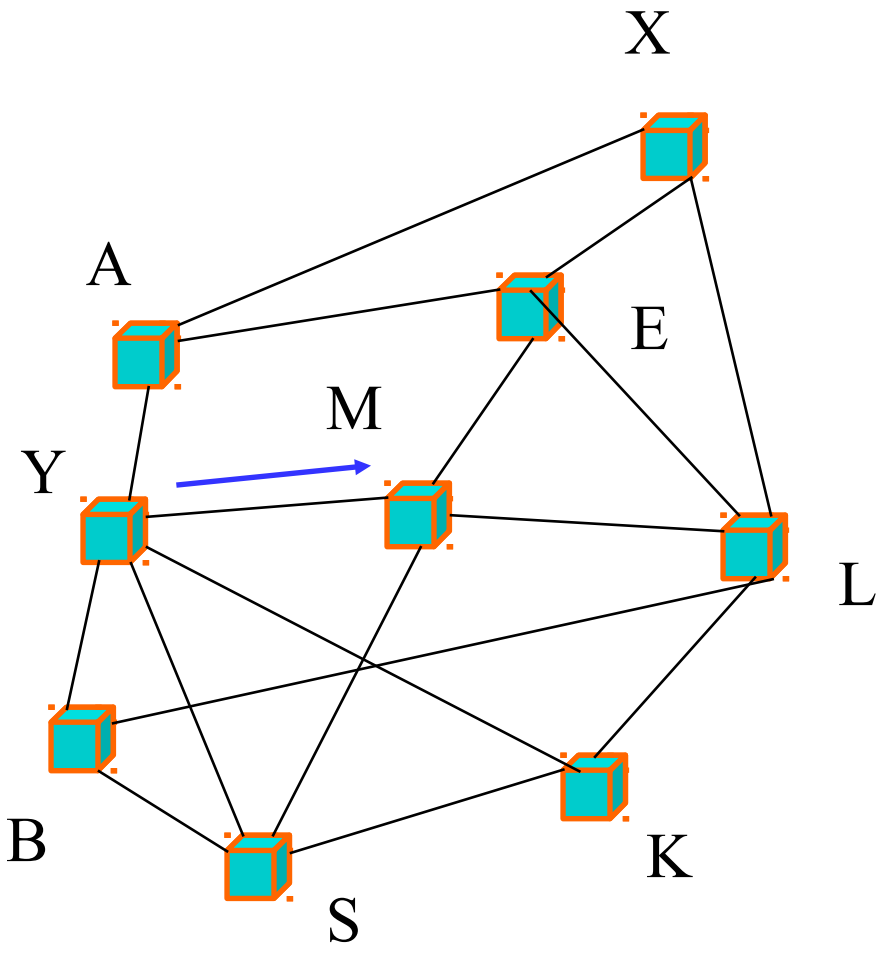
- **Aadress:** iga saadetava tekstijupiga pannakse kaasa selle masina aadress, kuhu tekst saata tuleb.
- See on analoogiline hariliku ümbrikuga:
  - tekst on ümbriku sees.
  - ümbriku peal on saaja aadress (ja tagaküljel ka saatja aadress)
  - 4 baiti IP aadressis on nagu aadressi-read: maja, tänav, linn, riik
  - ruuter-arvutid on nagu postkontorid ja sorteerimispunktid
  - traadid on nagu veomasinad, mis posti kontorite vahel veavad
- **Paketid**: harilikku ümbrikku aga ei mahu terve entsoklüpeedia kümme köidet! Mida teha? Paneme eraldi köited eri ümbrikutesse ja saadame kümme ümbrikku.
- Nii ka internetis:
  - Pikad tekstid lõhutakse väiksemateks juppideks (nn pakettideks)
  - Paketid saadetakse eraldi, igalühel aadress peal.

Kuidas info siis liigub? 1

Y tahab saata teksti “Ahoi, tere” masinale IP-aadressiga X.

Ruuterprogramm otsustab, kumbat juhet (tegelikult, vahemasina aadressi) valida.

Otsutagu näiteks masina M kasuks.

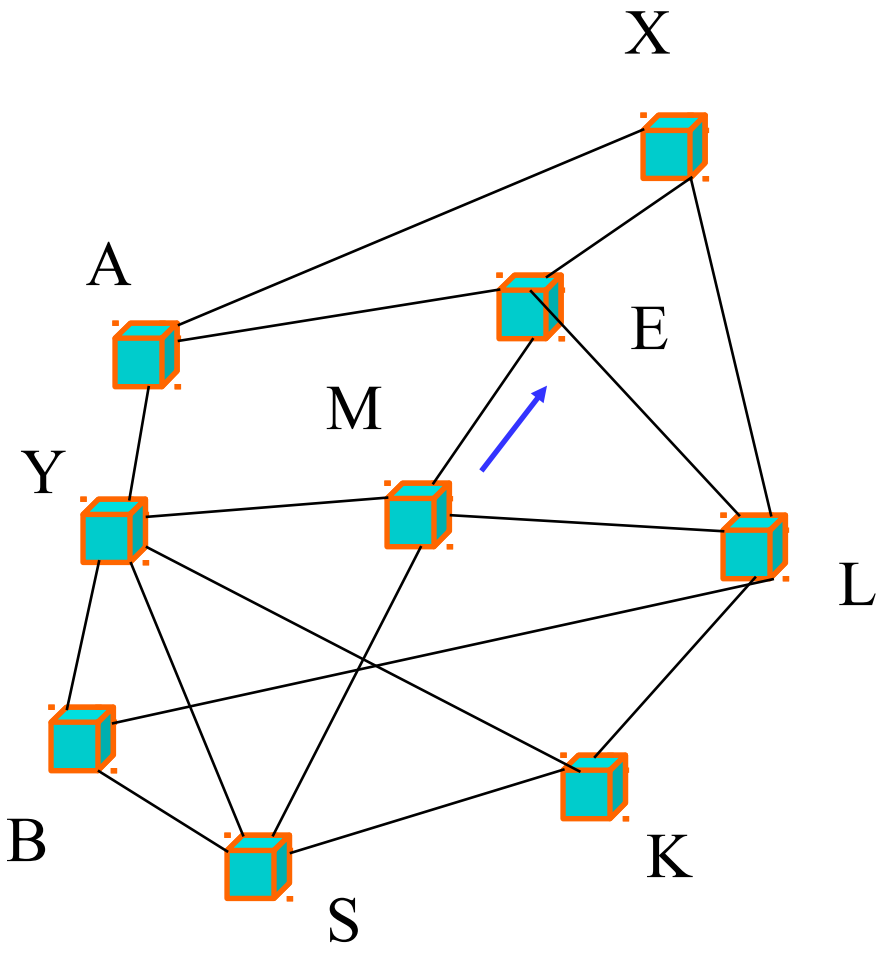


Kuidas info siis liigub? 2

M peab saatma teksti “Ahoi, tere” edasi masinale IP-aadressiga X.

Ruuterprogramm otsustab, kumbat juhet (tegelikult, vahemasina aadressi) valida.

Otsutagu näiteks masina E kasuks.

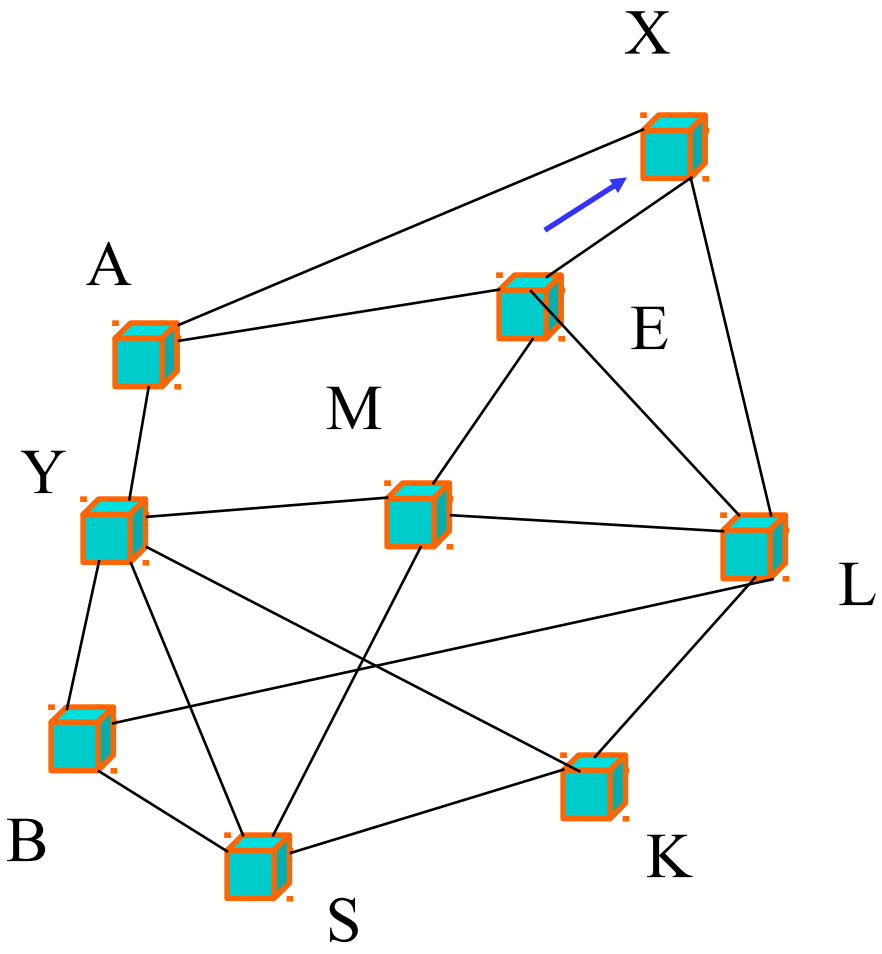


Kuidas info siis liigub? 3

E peab saatma teksti “Ahoi, tere” edasi masinale IP-aadressiga X.

Ruuterprogramm otsustab, kumbat juhet (tegelikult, vahemasina aadressi) valida.

Otsutagu (ilmselt!) masina X kasuks.

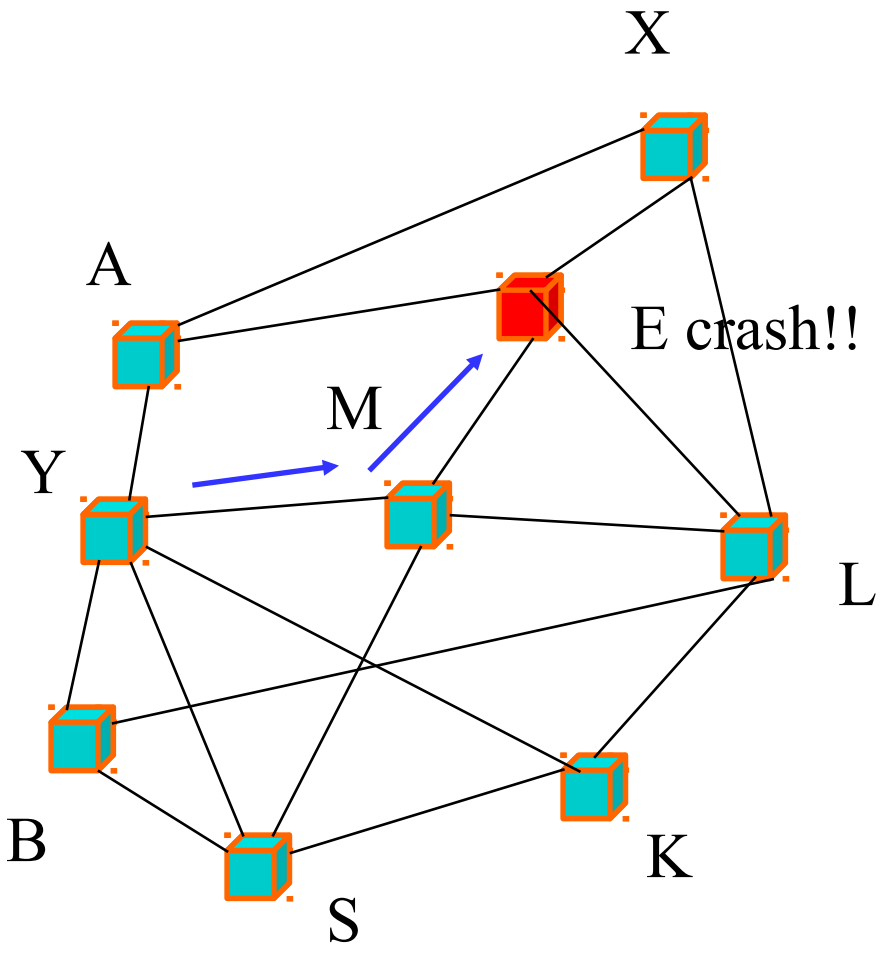


Paketid võivad kaduma minna

Y peab saatma teksti “Ahoi, tere”
edasi masinale IP-aadressiga X.

Teade läheb masinani E, aga siis E crashib (läheb katki, programm läheb segamini, vool läheb ära vms).

Võrgu alusprotokoll: IP ise ei kontrolli, kas teade jõudis pärale!



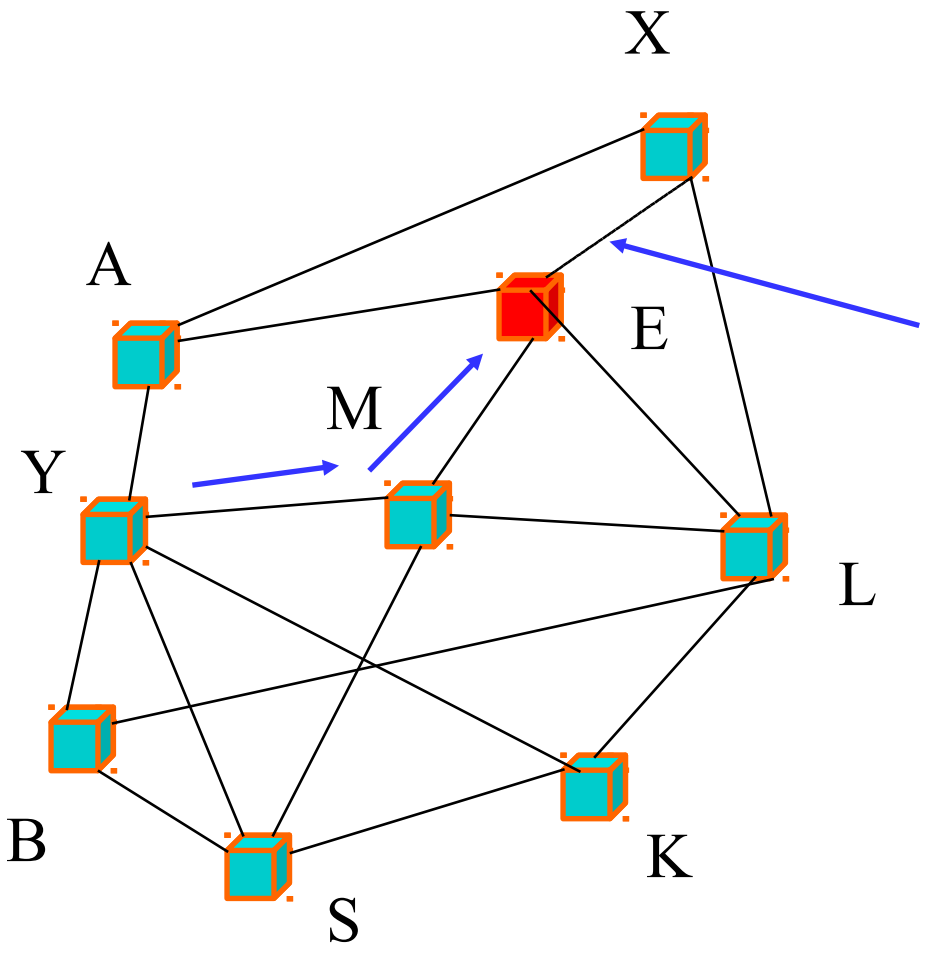
Paketid võivad minna eri teid pidi, eri kiirusega

Y peab saatma teksti “**Ahoi, tere**” edasi masinale IP-aadressiga X.

A lõhub pika teksti kaheks paketiks!

Osa “**Ahoi,** “ läheb otse E->X, aga siis läheb E-X otseühendus rikki.

E leiab, et saab saata teate teise osa “**tere**” X-ile ka masina L kaudu.

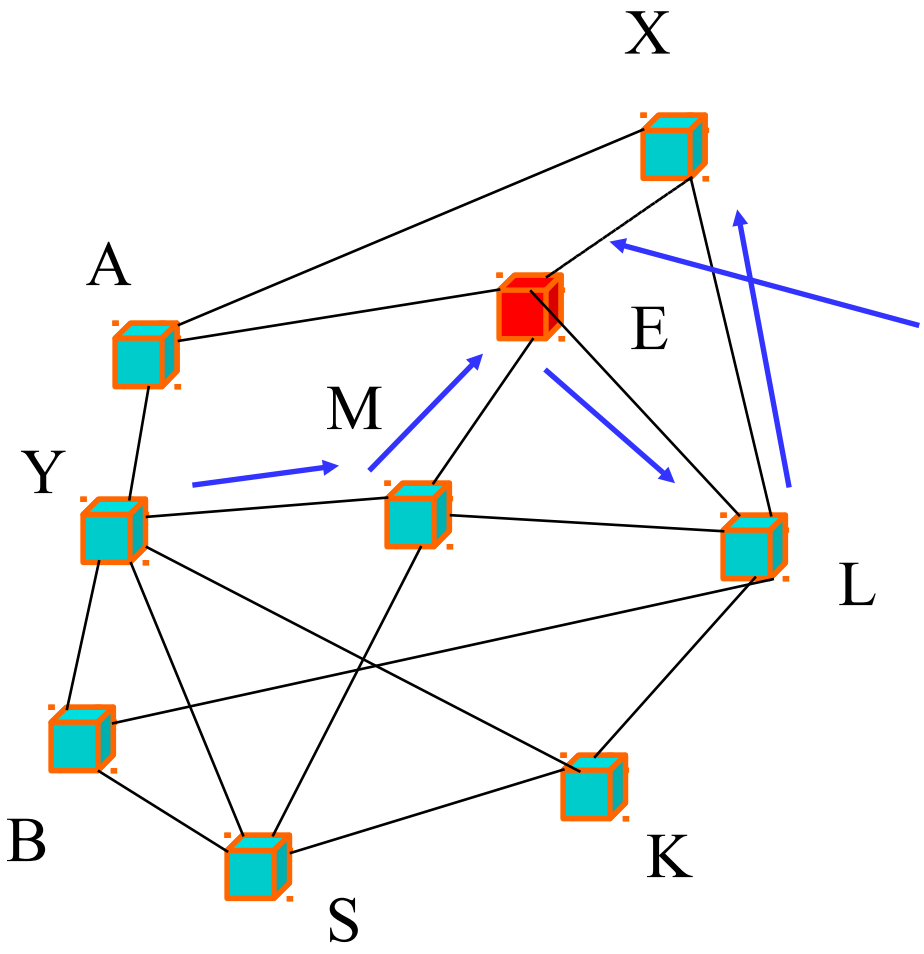


Ühendus puruneb!

Paketid võivad minna eri teid pidi, eri kiirusega

E suunabki teate masinale L, kes suunab selle masinasse X.

Kaks teksti osa liikusid eri teid pidi!

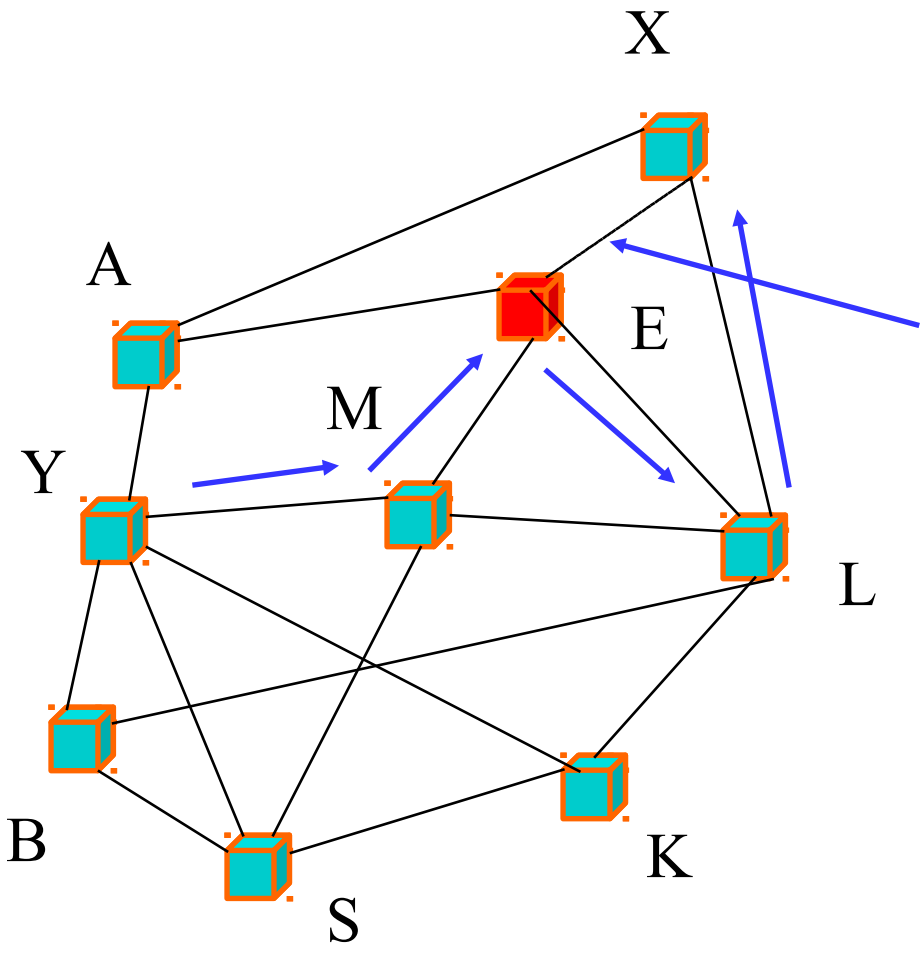


Ühendus purunenud, aga pole hullu ...

Paketid võivad minna eri teid pidi, eri kiirusega

Hiljem saadab Y uue teate “**Tere taas**” masinale X.

E suunab esimese osa “**Tere** “ läbi masina L.



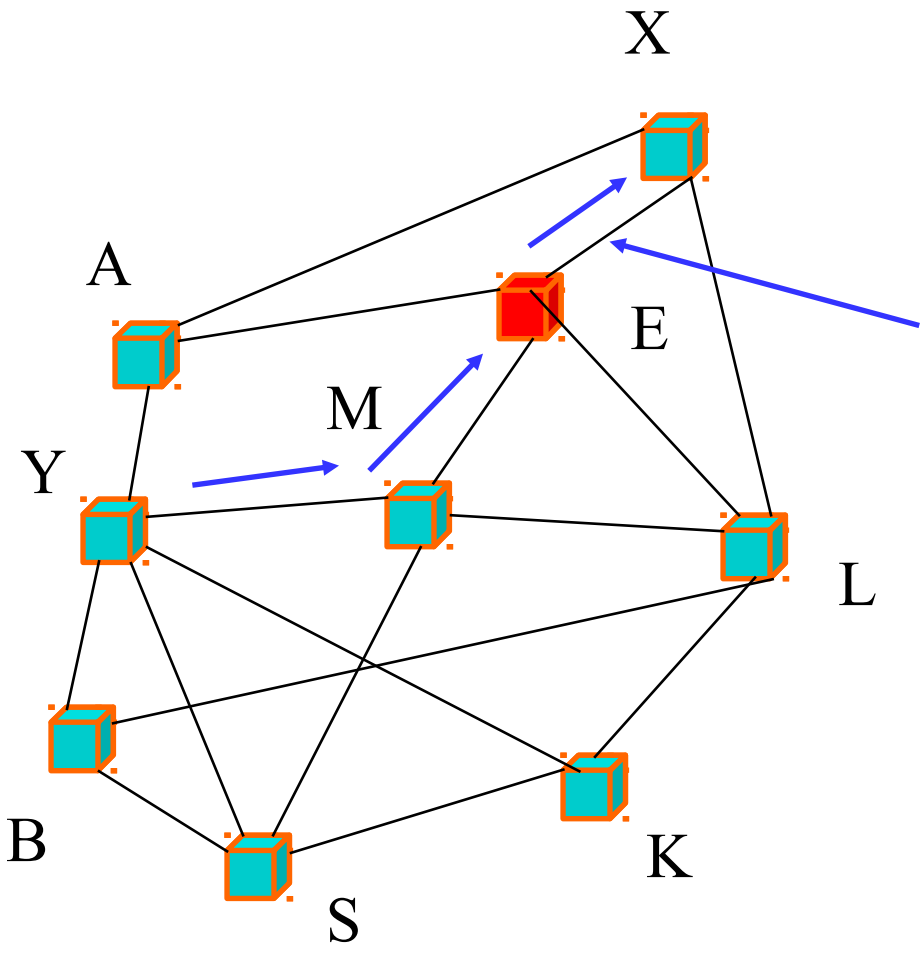
Ühendus rikkis

Paketid võivad minna eri teid pidi, eri kiirusega

....

Siis läheb otseühendus korda,
ja E suunab osa **“taas”** otse masinale X.

Teine osa võib seega jõuda kohale enne esimest!



Ühendus läheb korda!

Interneti alusprotokoll: IP (internet protocol)

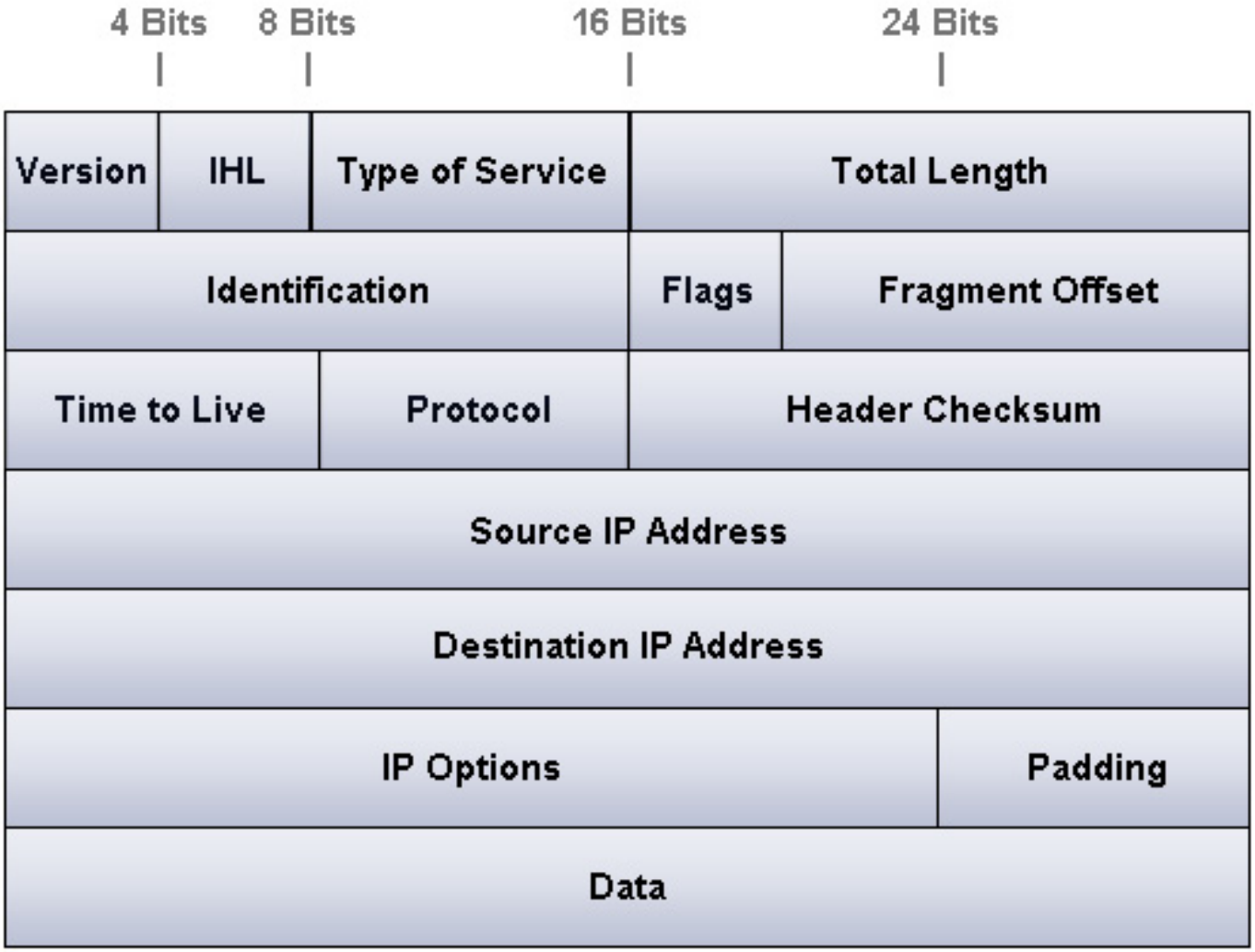
- IP protokoll on **kokkulepe**, et kuidas infot saata ja sellest aru saada tuleb.
- IP protokoll lubab saata ainult suhteliselt väikeseid sõnumeid (64 kB).
- Iga sõnumiette pannakse lisainfo (päis ehk header), mis ütleb, et:
  - kuhu see sõnum saata tuleb (IP aadress)
  - kust sõnum tuli (saatja IP aadress)
  - Hulga lisainfot ka veel

IP (Internet Protocol)

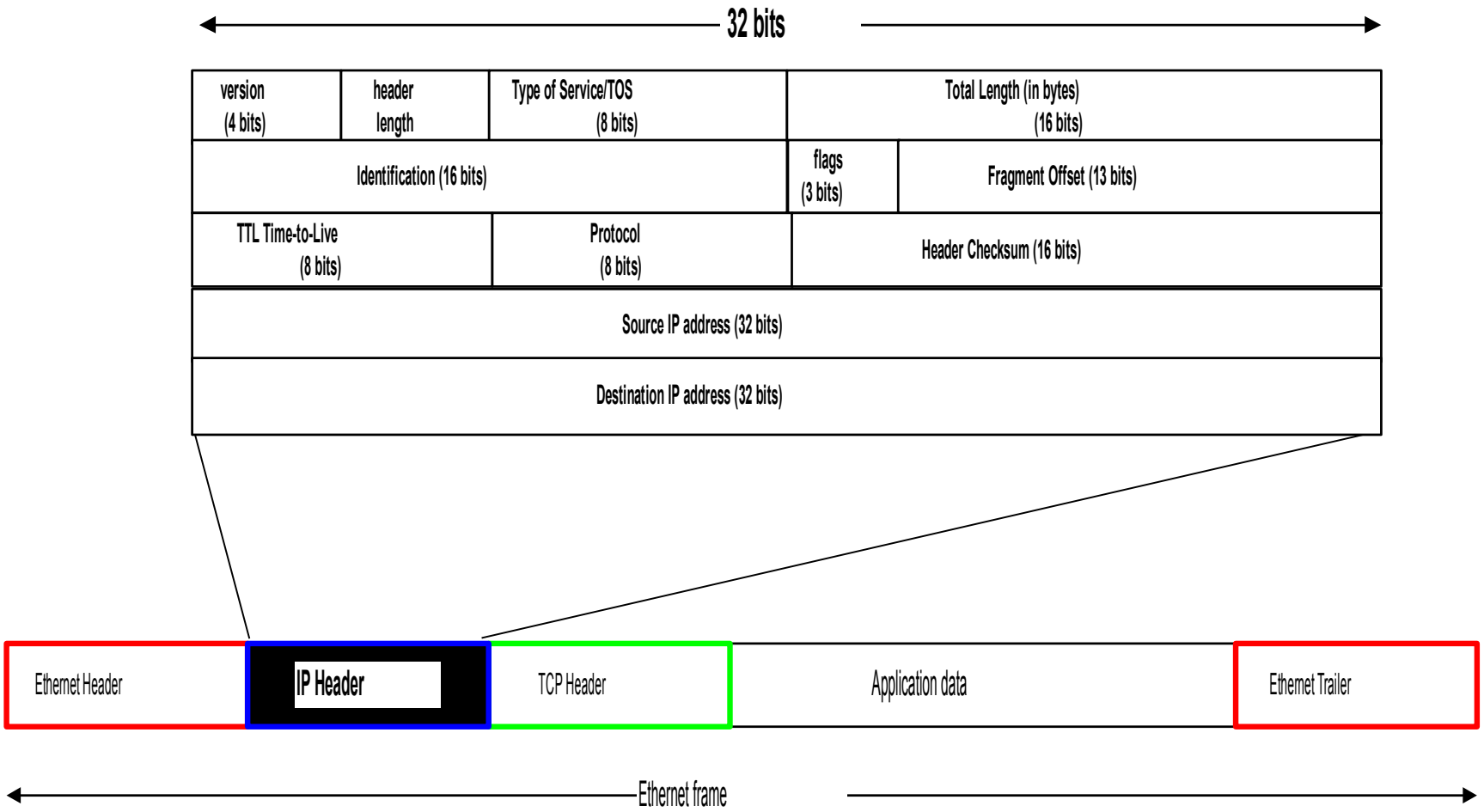
- TCP/IP pere tööhobune
- RFC 791
- Garanteerib marsruutimise, st minemise õiges suunas
- Mitteusaldusväärne - ei taga kohalejõudmist
  - Kui sisendpuhver on täis, siis ignoreerib
- Ei loo kanalit
  - iga datagrammi käsitletakse sõltumatult

Interneti alusprotokoll: IP (internet protocol)

- Konkreetsemalt (pole vaja pähe jätta!)



IP pakett etherneti paketi sees

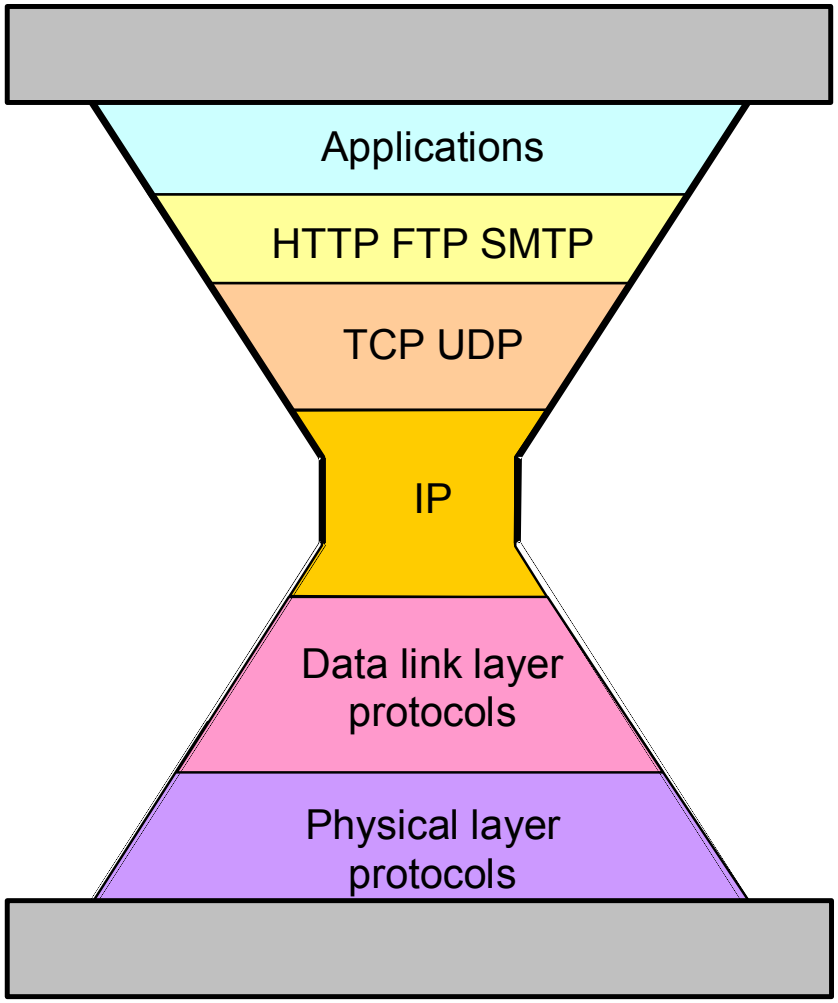


IP: liivakella kitsas koht

- **IP on Interneti protokollide liivakella taljeosa**

- Mitmeid kõrgema taseme protokolle
- Mitmeid madalama taseme protokolle

- Ainult üks protokoll võrgu tasemel



Kanali- ja paketipõhised protokollid

Kanalipõhised protokollid

- Näiteks: telefoniühendus
- nimetatakse ka *olekuga* (*stateful*) protokollideks
- osapoole loovad (virtuaalse) kanali
- enne andemvahetust on vaja kanal luua ja pärast sulgeda
- osapooled teavad teise olekut kommunikatsiooniprotsessis
- kommunikatsioon on “vestlus”
- näiteks SMTP, TCP, ATM

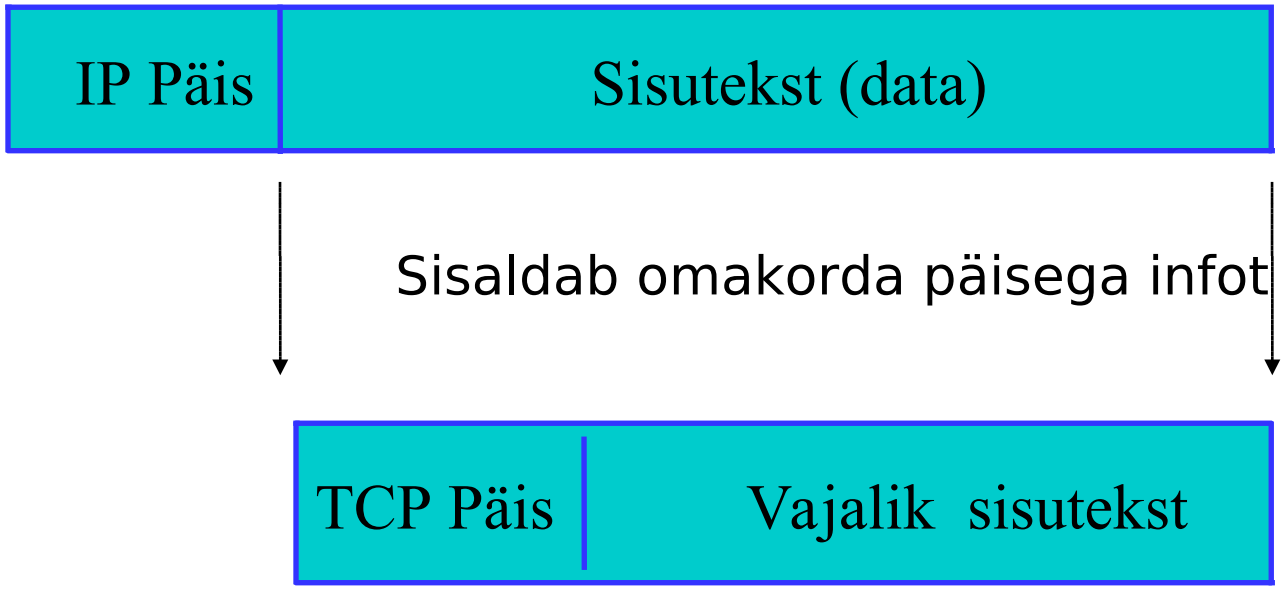
Paketipõhised protokollid

- Näiteks: postiühendus
- nimetatakse ka *olekuta* (*stateless*) protokollideks
- suhtlus toimub paketi kaupa
- kommunikatsioon on “küsimus-vastus vormis”
- näiteks DNS, NFS, UDP, IP, Ethernet

Interneti järgmised protokollid: UDP ja TCP

- Kaks põhi-protokolli, mis kasutavad IP-d.
  - **UDP** (user datagram protocol). Ei kontrollita, kas info jõudis pärale.
  - **TCP** (transfer control protocol). Toimub kontroll.

- Kumbalgi puhul (TCP näitel):



UDP (User Datagram Protocol)

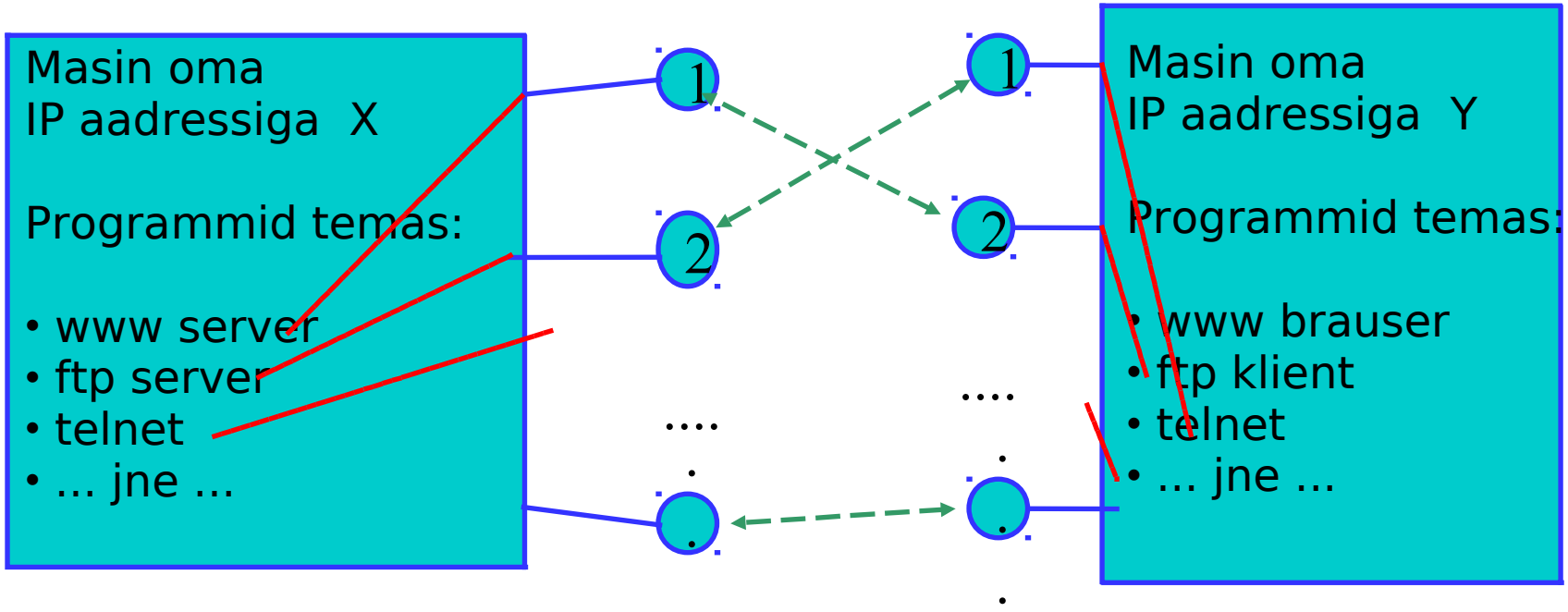
- Iga rakenduse väljund tekitab uue datagrammi
- Ei taga usaldatavust
- Datagrammi ehitus:
  - lähte- ja sihtport (kumbki kaks baiti)
  - datagrammi pikkus (kaks baiti)
  - kontrollsumma (kaks baiti, pole kohustuslik)
  - andmeosa (varieeruva pikkusega hulk baite)
- UDP paketi maksimaalpikkus on seega 64 kilobaiti.
- Kontrollsumma vea puhul unustatakse datagramm
- Rakendused: DNS, NFS, TFTP

TCP(Transmission Control Protocol)

- Ühendusorienteeritud
- Usaldatav
- Voo tüüpi
  - Jagab voo segmentideks
  - Saates käivitab taimeri ja ootab kinnitust
  - Kinnitab saadud segmendid
  - Kontrollsumma päisest ja andmetest
  - Korrastab segmentide järjestuse
  - Unustab dublikaadid
  - Kontrollib voo mahtu

Pordid

- **Masinas elab korraga palju programme ja igaüks tahab saada/saata oma pakette. Millisele programmile konkreetne pakett saata?**
- Programmidele antakse kasutamiseks **nummerdatud TCP või UDP port (need ei ole füüsilised pistikud!)**
- Ühenduse määravad: IP aadressid, pordid, protokoll



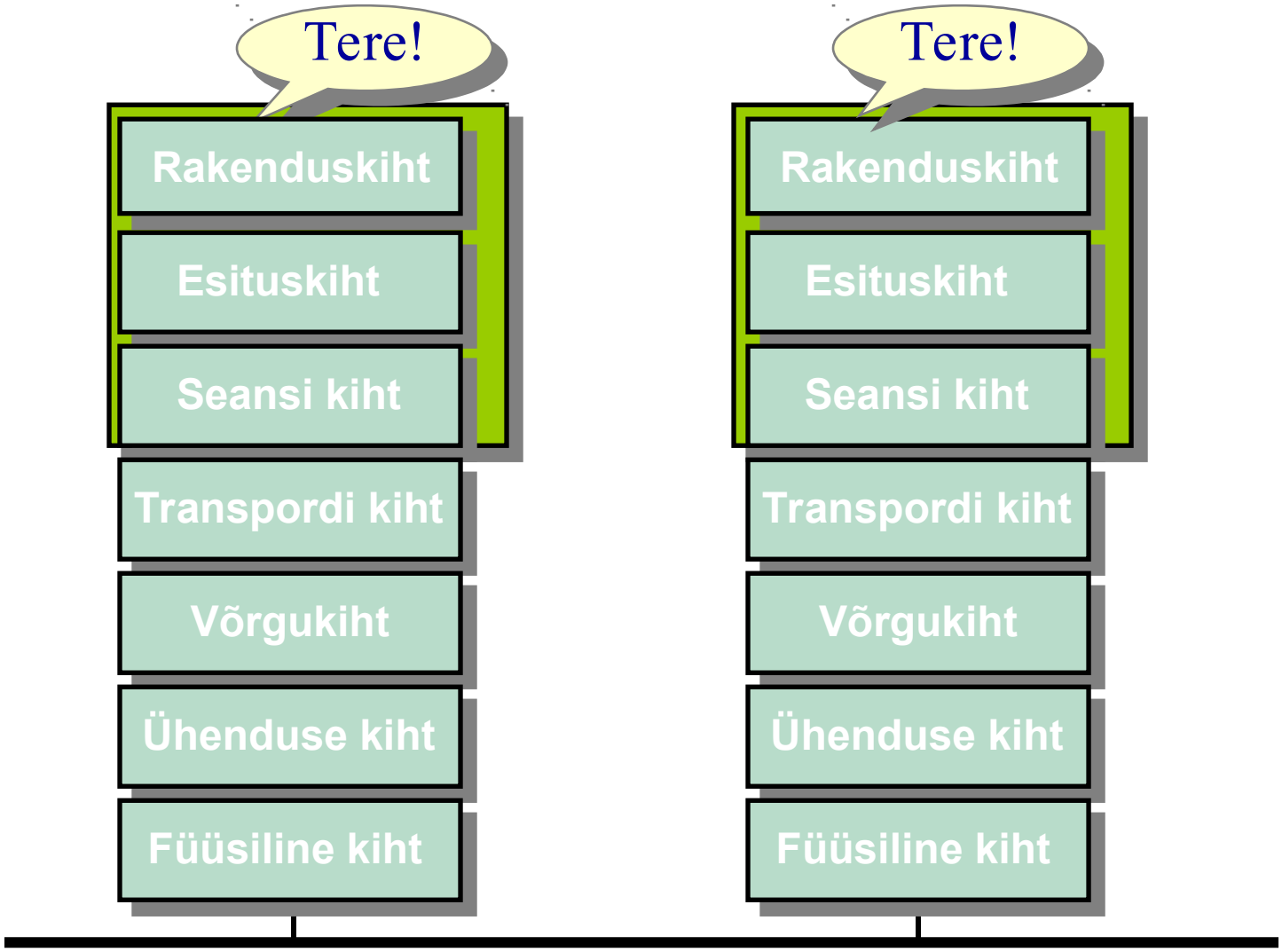
Pordid

- Portide liigitus:
  - 1 - 1023 üldtuntud pordid, sh
    - 25 SMTP – TCP
    - 80 HTTP – TCP
    - 517 UDP
  - 1024 – 5000 klientprogrammide ajutised pordid
  - >5000 muud (mitte-üldtuntud) serverid

Klient - server mudel

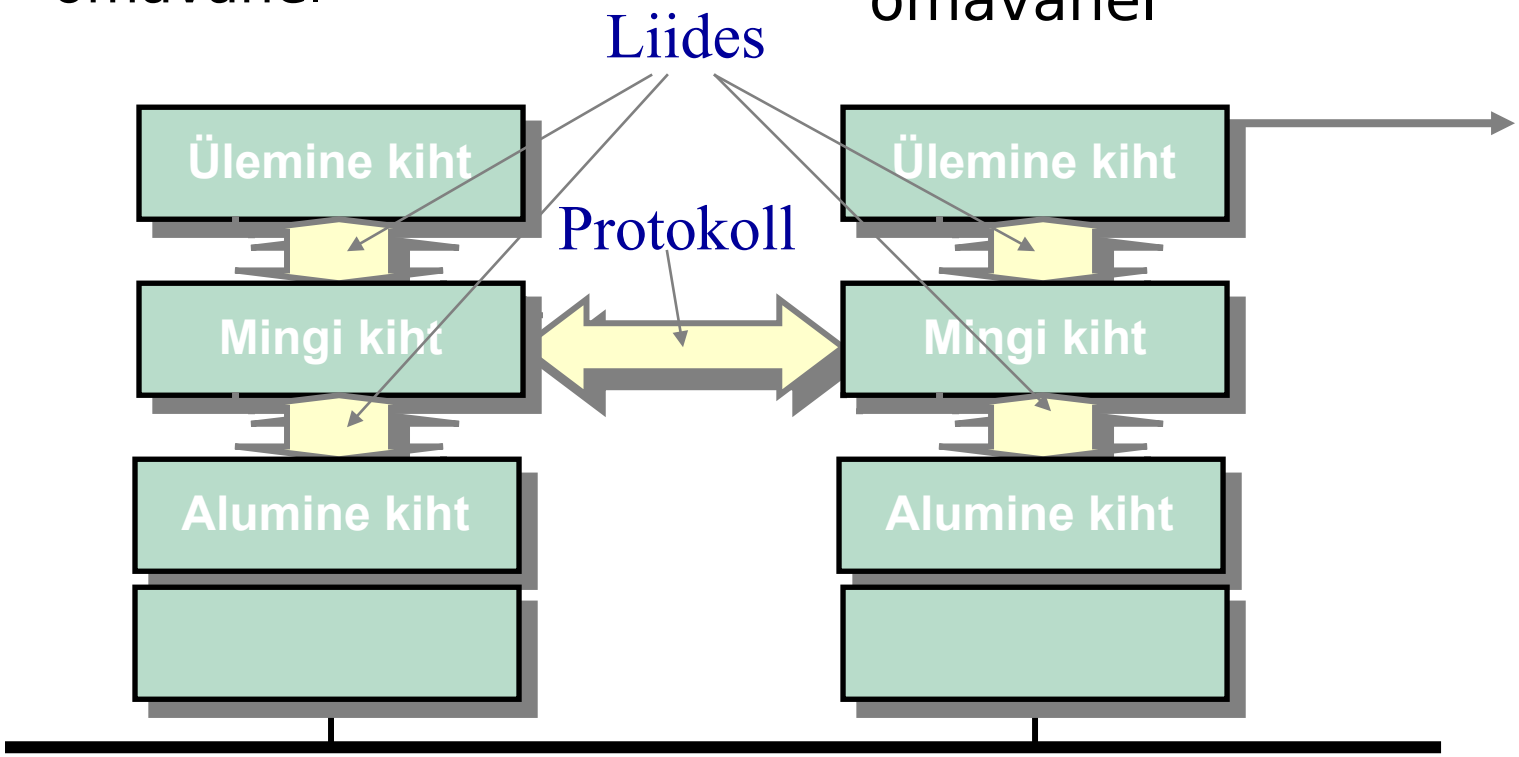
- **Üldine algoritm**
  - server ootab mingil üldteada pordil ühenduskutseid
  - klient reserveerib dünaamilise pordi
  - klient saadab serverile ühenduskutse (koos oma pordinumbriga)
  - server vastab kliendile tema pordinumbril
- **Itereeriv server**
  - Ei võta vastu uut kutset enne eelneva töötlemist
- **Paralleelne server**
  - Käivitab iga kutse jaoks eraldi serveri ajutise pordinumbriga selle ühenduse jaoks.
  - Seega on mitme ajas lähestikuse kutse järel masinas käimas mitu “koopiat” ehk protsessi või threadi ühest serverist
  - Kasutajatele paistab, et need “koopiad” käivad korraga, tegelikult hoolitseb selle “kooskäimise simulatsiooni” eest opsüsteem.

ISO - OSI mudel

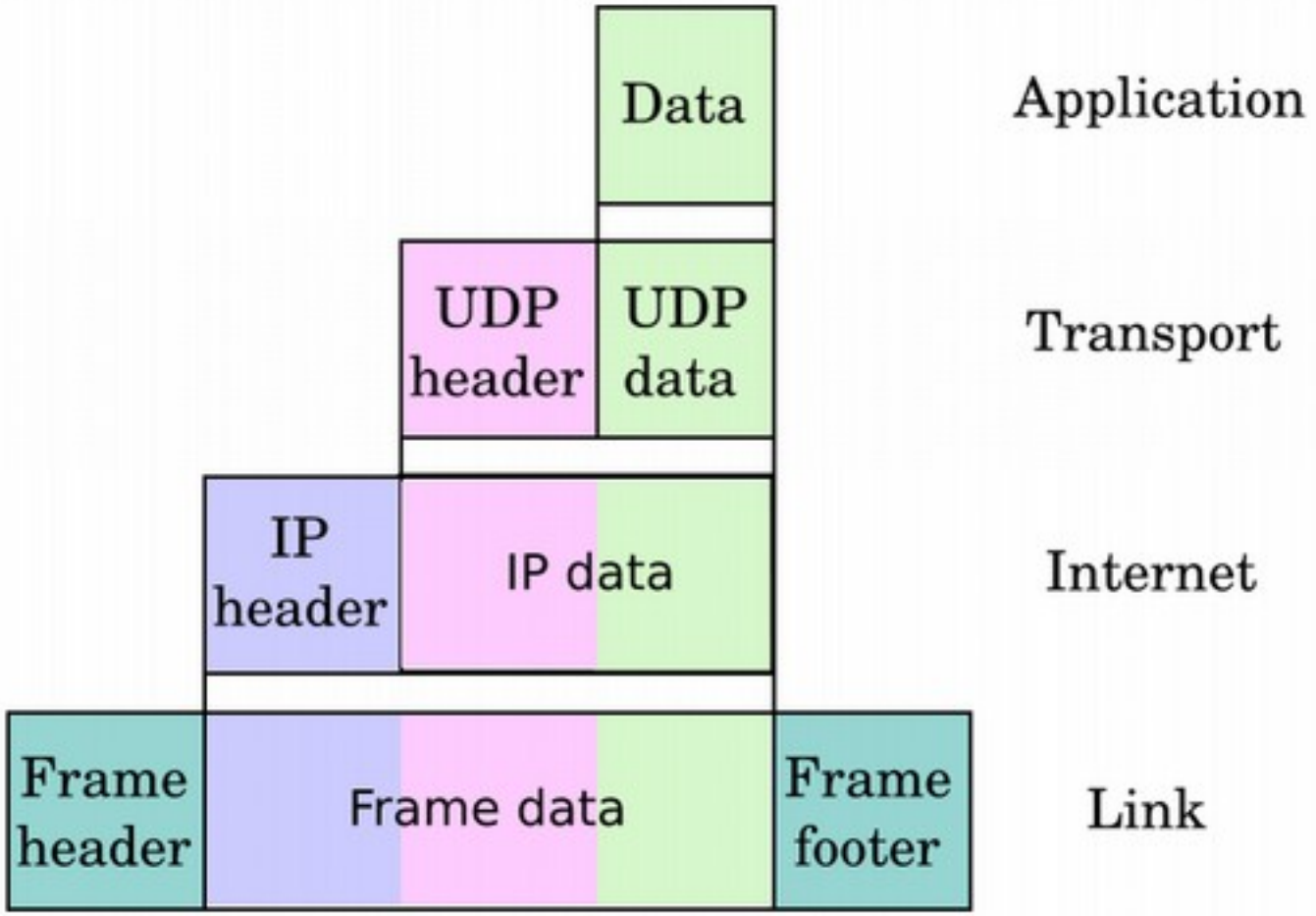


OSI mudeli kihid

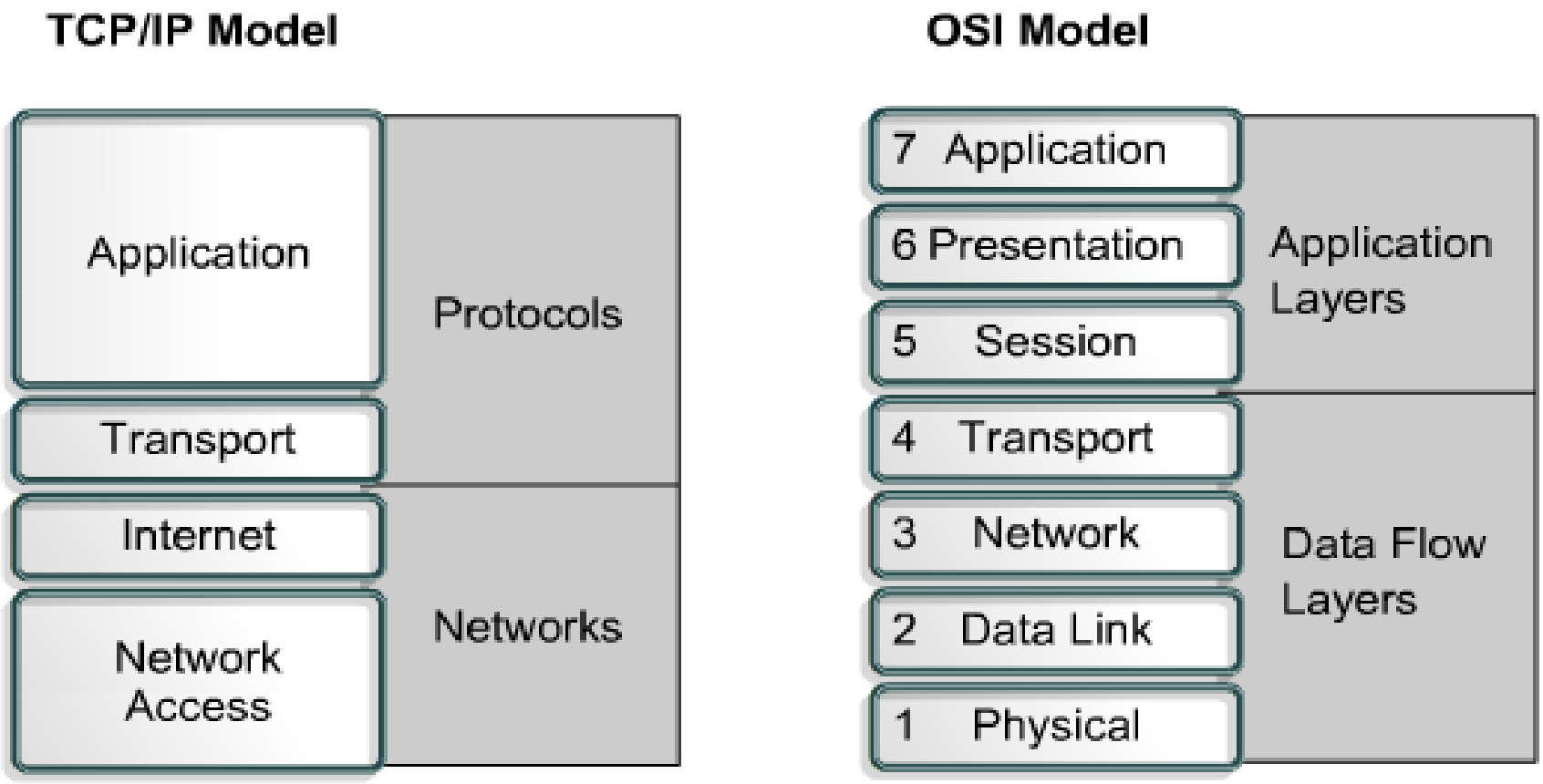
- **Protokoll (protocol)**
  Eri süsteemide samade kihtide suhtlusviis omavahel
- **Liides (interface)**
  Sama süsteemi eri kihtide suhtlusviis omavahel



Kapseldamine



ISO-OSI põhimõte ja internetiprotokollid: võrdlus



Kanali- ja paketipõhised protokollid

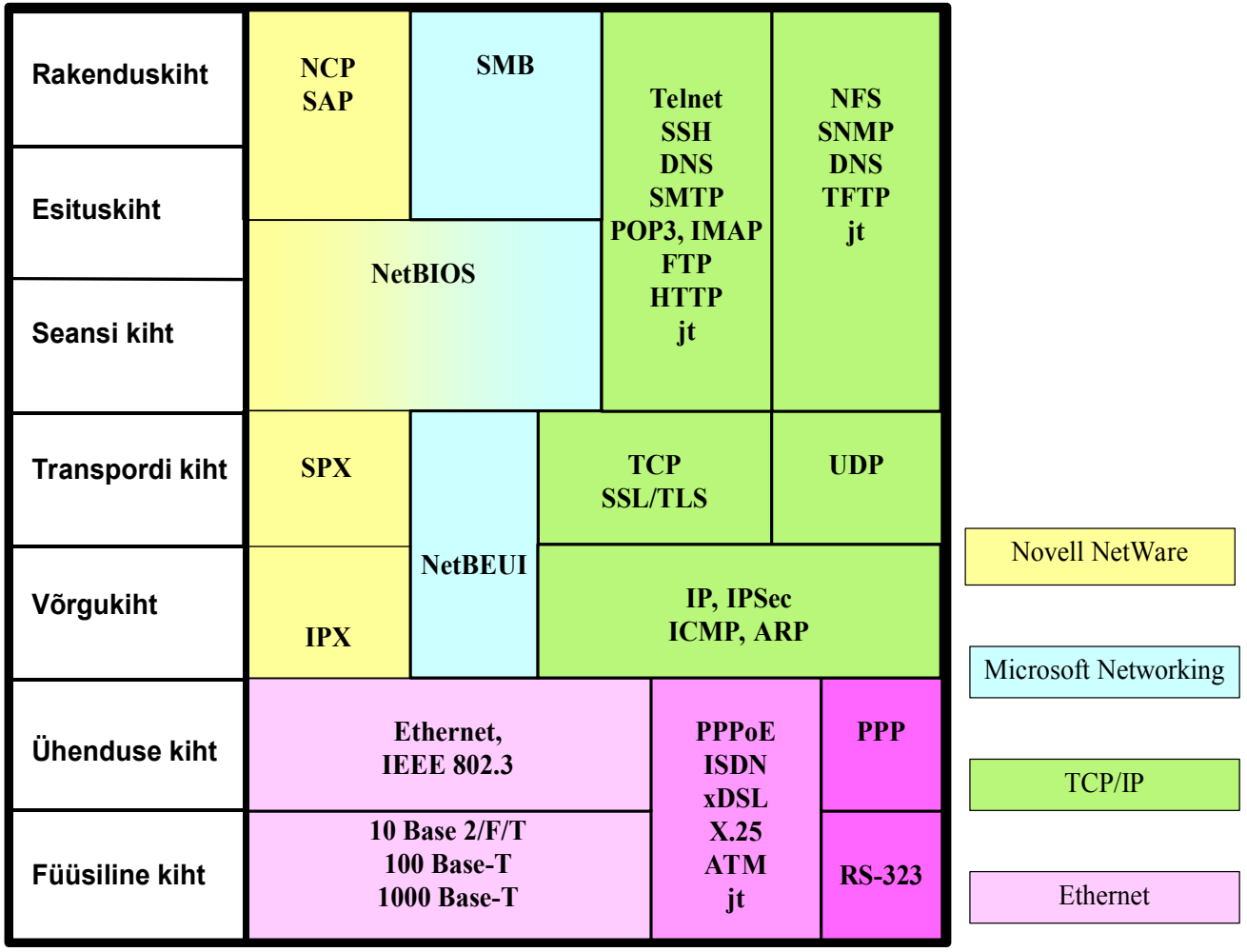
Kanalipõhised protokollid

- nimetatakse ka *olekuga* (*stateful*) protokollideks
- osapoole loovad (virtuaalse) kanali
- enne andemvahetust on vaja kanal luua ja pärast sulgeda
- osapooled teavad teise olekut kommunikatsiooniprotsessis
- kommunikatsioon on “vestlus”
- näiteks SMTP, TCP, ATM

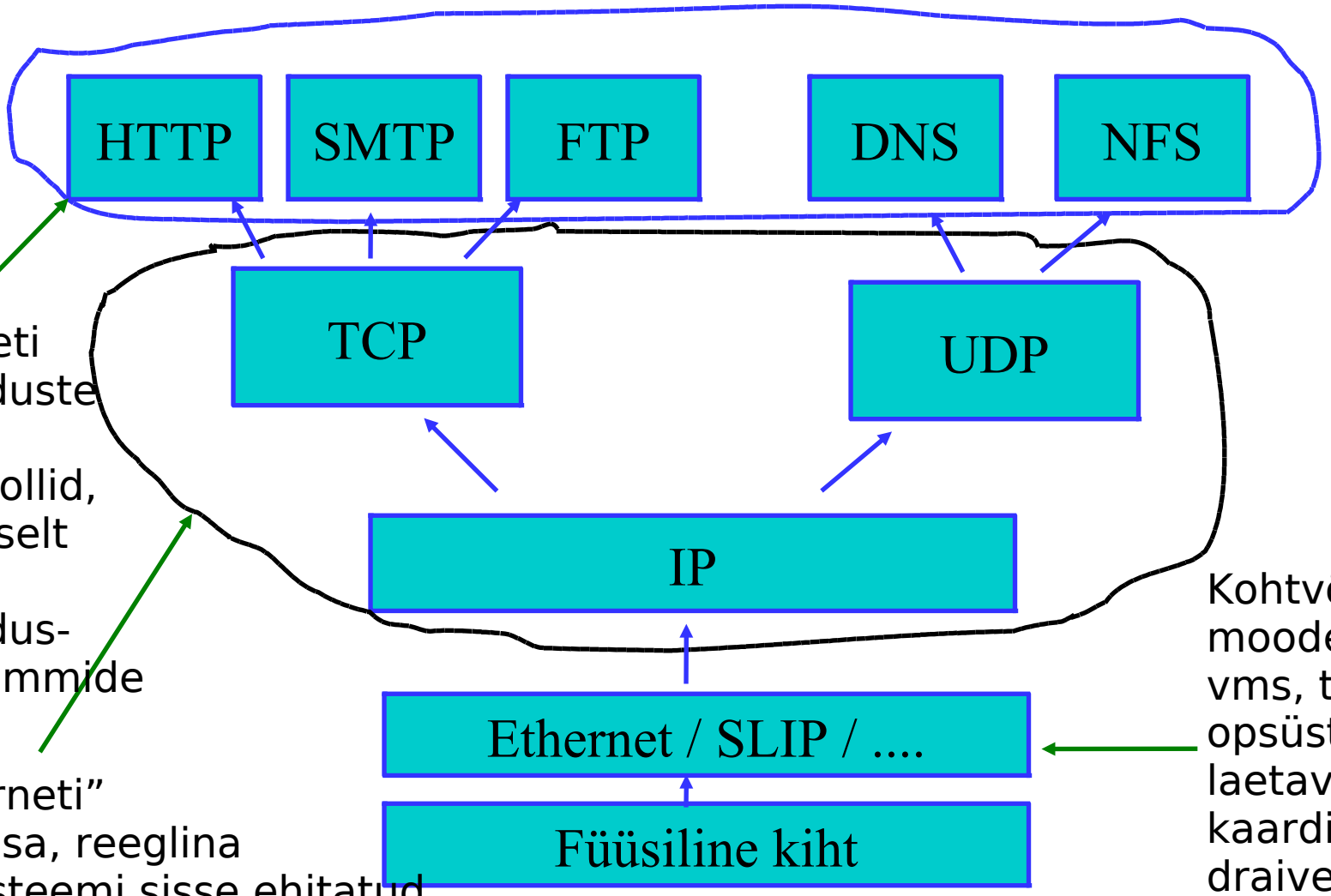
Paketipõhised protokollid

- nimetatakse ka *olekuta* (*stateless*) protokollideks
- suhtlus toimub paketi kaupa
- kommunikatsioon on “küsimus-vastus vormis”
- näiteks DNS, NFS, UDP, IP, Ethernet

Protokollipered



Vahekokkuvõte protokollindusest internetis



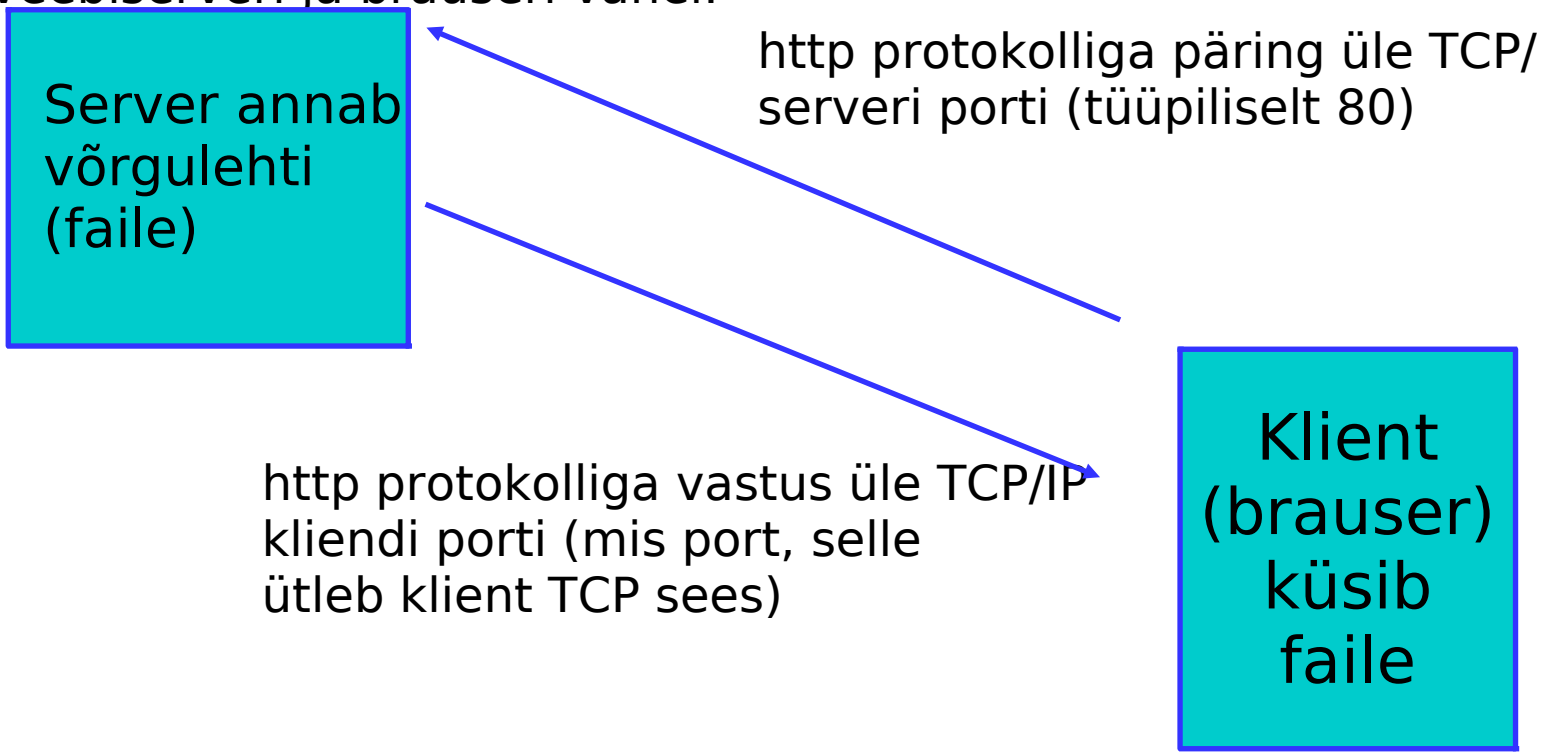
Interneti rakenduste oma protokollid, tüüpiliselt eraldi rakendus-programmides

"Interneti" põhiosa, reeglina opsüsteemi sisse ehitatud

Kohtvõrk, moodem vms, tüüpilise opsüsteemi laetavate kaardi-draiveritega

HTTP ühendused: failide küsimine ja nende andmine

- **HTTP on omaette protokoll**, mida kasutatakse veebilehtede, piltide, tekstifailide, zip failide jne jne saatmiseks veebiserveri ja brauseri vahel.



Milline on HTTP protokollis päring?

- **HTTP päring on sisuliselt tekstiline käsk serverile:** **“**anna mulle selline fail”, kus näidatakse ära:
  - konkreetne küsimus-käsk
  - faili asukoht ja nimi
  - protokoll, mida küsija kasutab
  - ja soovi korral lisainfot, nagu küsija programmi tüüp (Mozilla, Ie, Konqueror, ..)

- **Näiteks:**
  - Võtame telnet ühenduse masina dijkstra.cs.ttu.ee porti 80
  - Tipime sisse, seejärel tipime kaks reavahetust:

```
GET index.html HTTP/1.0
```

Milline on HTTP protokollis vastus?

- **HTTP ei ole ehitatud “biti või baidi” tasemel, vaid teksti ridade kaupa: päis, tühi rida, tekstiread.**

päis

```
HTTP/1.1 200 OK
Date: Thu, 06 Nov 2003 13:50:07 GMT
Server: Apache/1.3.19 (Unix) PHP/4.1.1
Last-Modified: Sat, 10 Apr 1999 09:29:18 GMT
ETag: "46d8-297-370f19ee"
Accept-Ranges: bytes
Content-Length: 663
Connection: close
Content-Type: text/html
```

tühi rida

Tegelik sisu

```
<html>
 <head>
  <META HTTP-EQUIV="Content-type" CONTENT="text/html;
   charset=ISO-8859-1">
 .....
```

Nimed Internetis

- Enamikul avalikel serveritel on DNS nimi
  - www.ttu.ee
  - google.com
- Serveril on IP aadress
  - 193.40.254.28 – neli täisarvu 0-255
  - 4294967296 unikaalset aadressi
  - See on seotud tema füüsilise asukohaga võrgus
  - Pakettide marsruutimine käib IP aadressi järgi
  - DNS nimede ja IP aadresside teisendust teeb DNS teenus
- IPv6 aadressid
  - 2001:0db8:85a3:0000:0000:8a2e:0370:7334
  - 340282366920938463463374607431768211456 aadressi
- Masinal on tavaliselt Etherneti (MAC)aadress
  - 01:23:45:67:89:ab
  - Unikaalne kohtvõrgu piires
  - Sõltub võrguliidesest

DNS: Domain Name Server

- **Ülesanne:** kui programmile on antud masina nimi, millega ühendust võtta (näiteks www.ttu.ee), siis tuleb kõigepealt leida sellenimelise masina IP aadress.

- **DNS serverid**: serverid, mis sisaldavad “nimi<->IP aadress” tabeleid ja vastavad päringutele “anna selle nime IP aadress”:

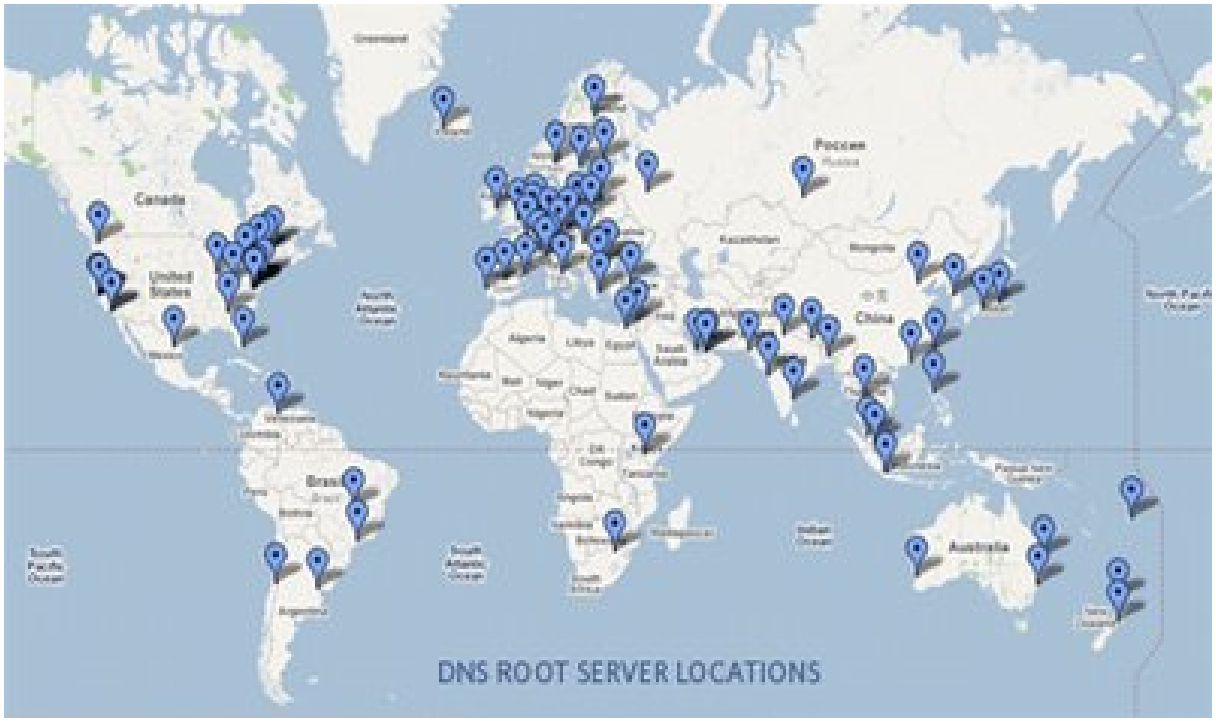
  www.ttu.ee <--> 193.40.254.185

- Kuna DNS päring tuleb teha iga hariliku www-päringu jaoks, siis neid päringuid tehakse maailmas tohutult palju (rohkem kui mistahes muid infopäringuid). Üks masin või kanal ei pea seda vastu.

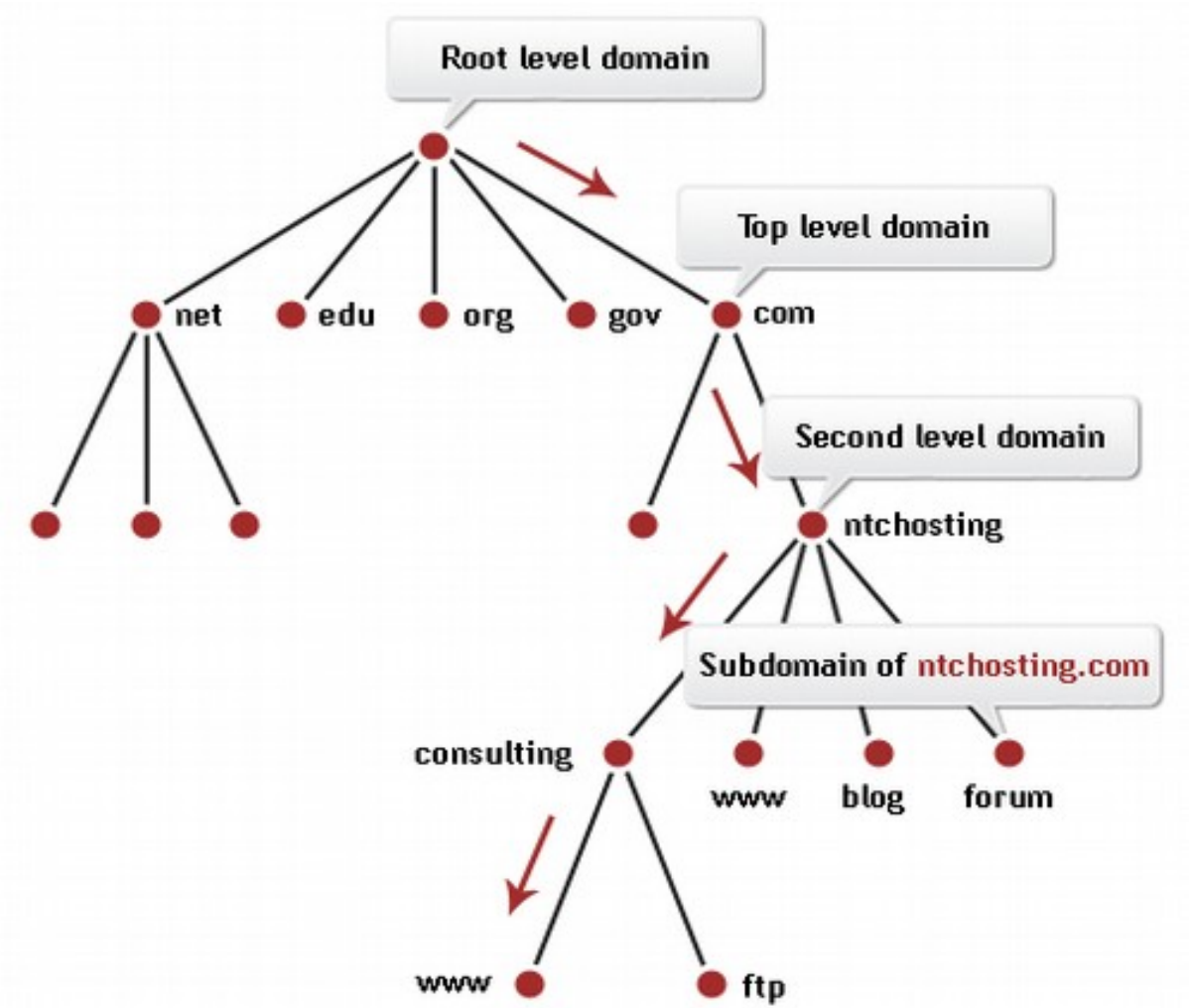
- Lahendus: **hajutatud andmebaas**. DNS servereid on maailmas väga palju. Igaüks saab üles panna oma DNS serveri. DNS serverid süngivad omavahel infot oma tabelites.

DNS: Domain Name Server

- 2012 novembris oli registreeritud ca 200 000 000 domeeninime.
- Maailmas on ca 20 miljonit DNS serverit.
- Siin on “DNS hiearhia” ülemiste, nn root serverite asukohad:

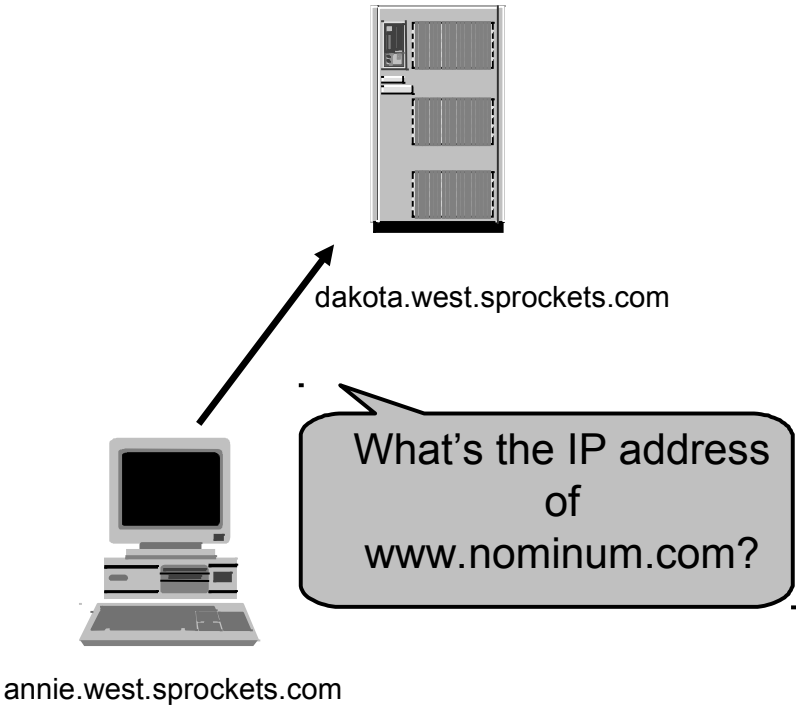


DNS nimede puu



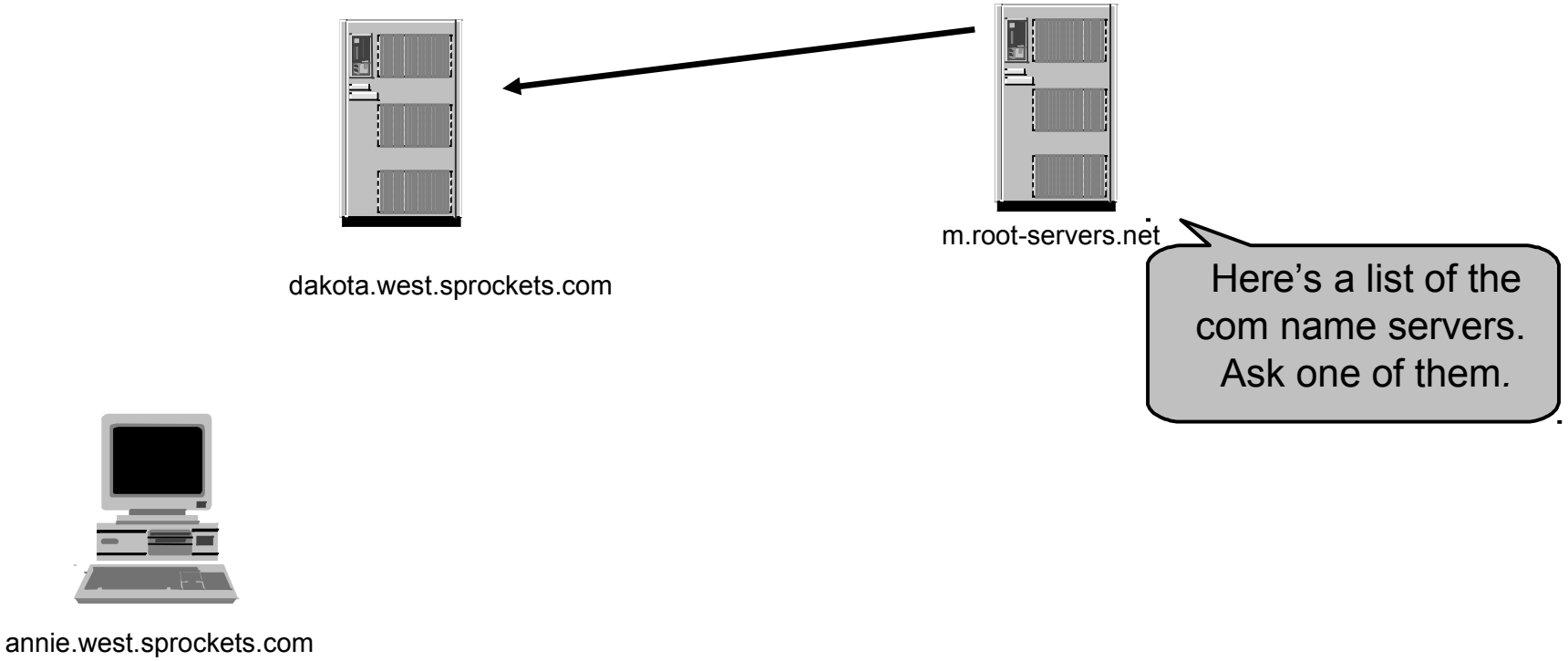
DNS nimede lahendamise protsess

Arvuti *annie* oma nimeserverilt *dakota* aadressi *www.nominum.com*



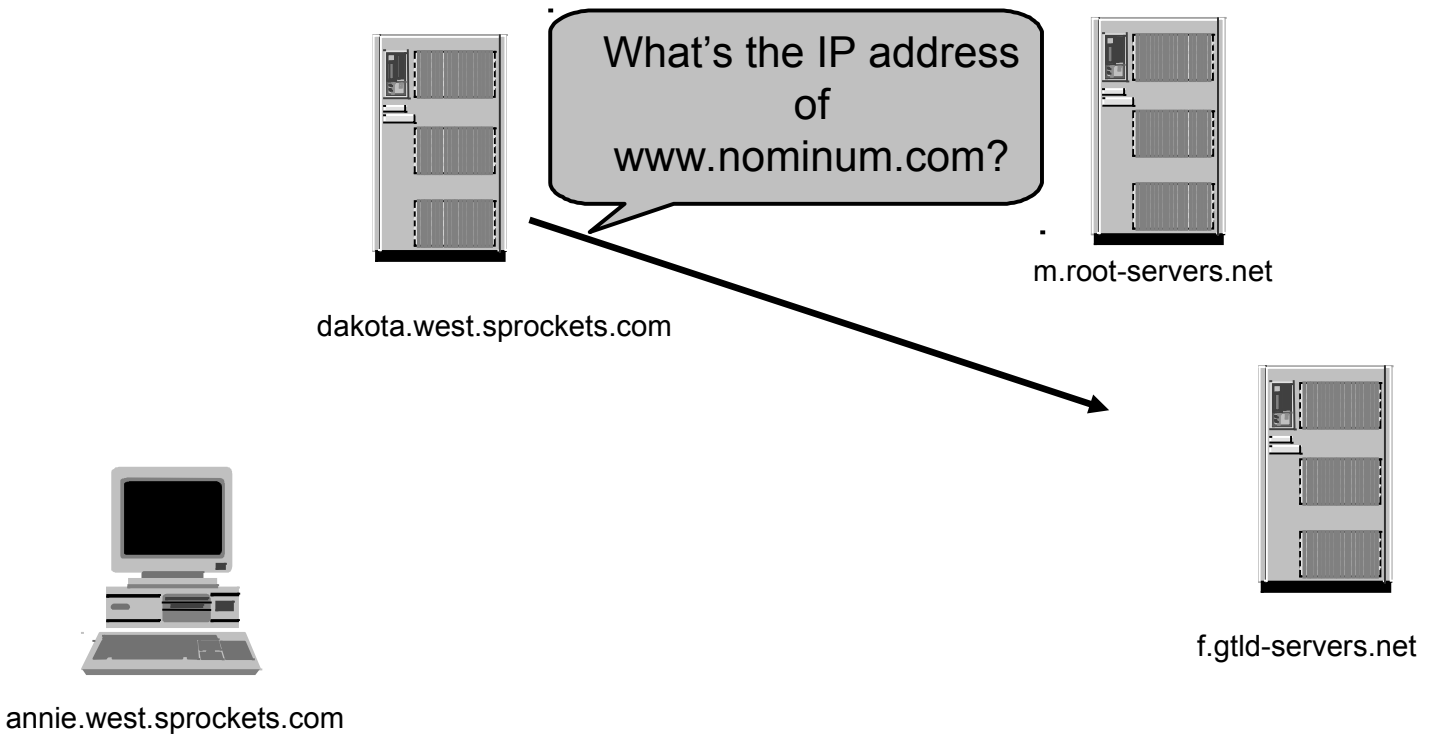
DNS nimede lahendamise protsess

root server *m* annab *dakota*-le mis *.com* nimeserverid. Selline vastus on tüüpi “referral”



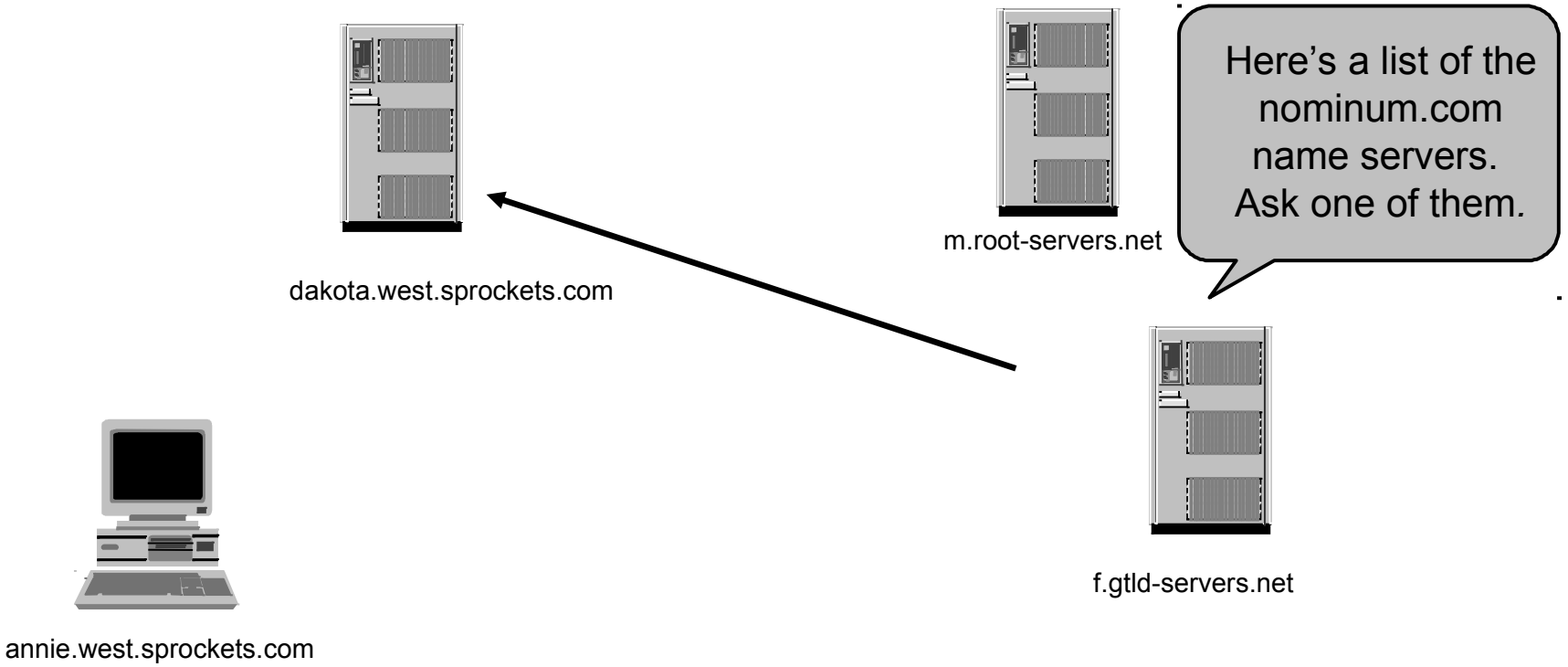
DNS nimede lahendamise protsess

Nimeserver *dakota* küsib *.com* nimeserverilt *f* *www.nominum.com's* aadressi



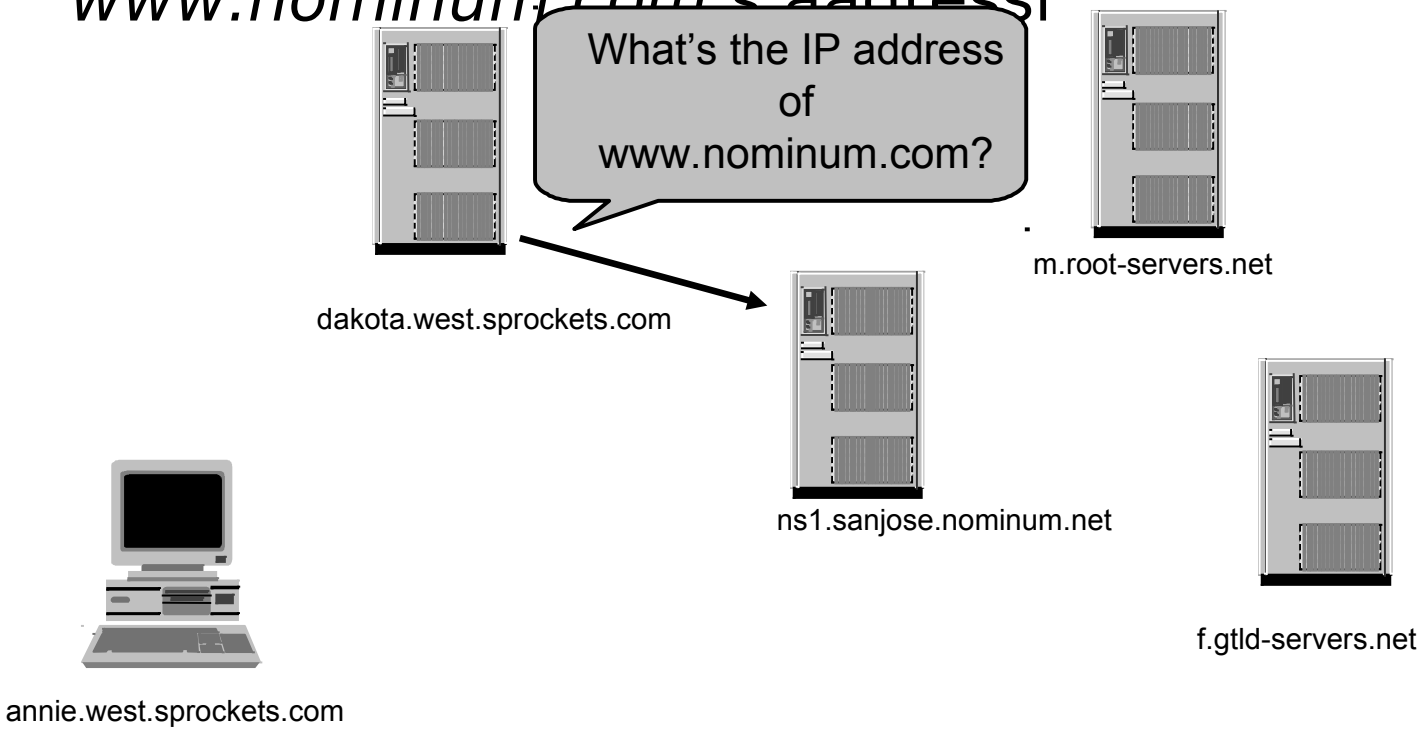
DNS nimede lahendamise protsess

.com nimeserver *f* teatab *dakota*-le domeeni *nominum.com* nimeserverid



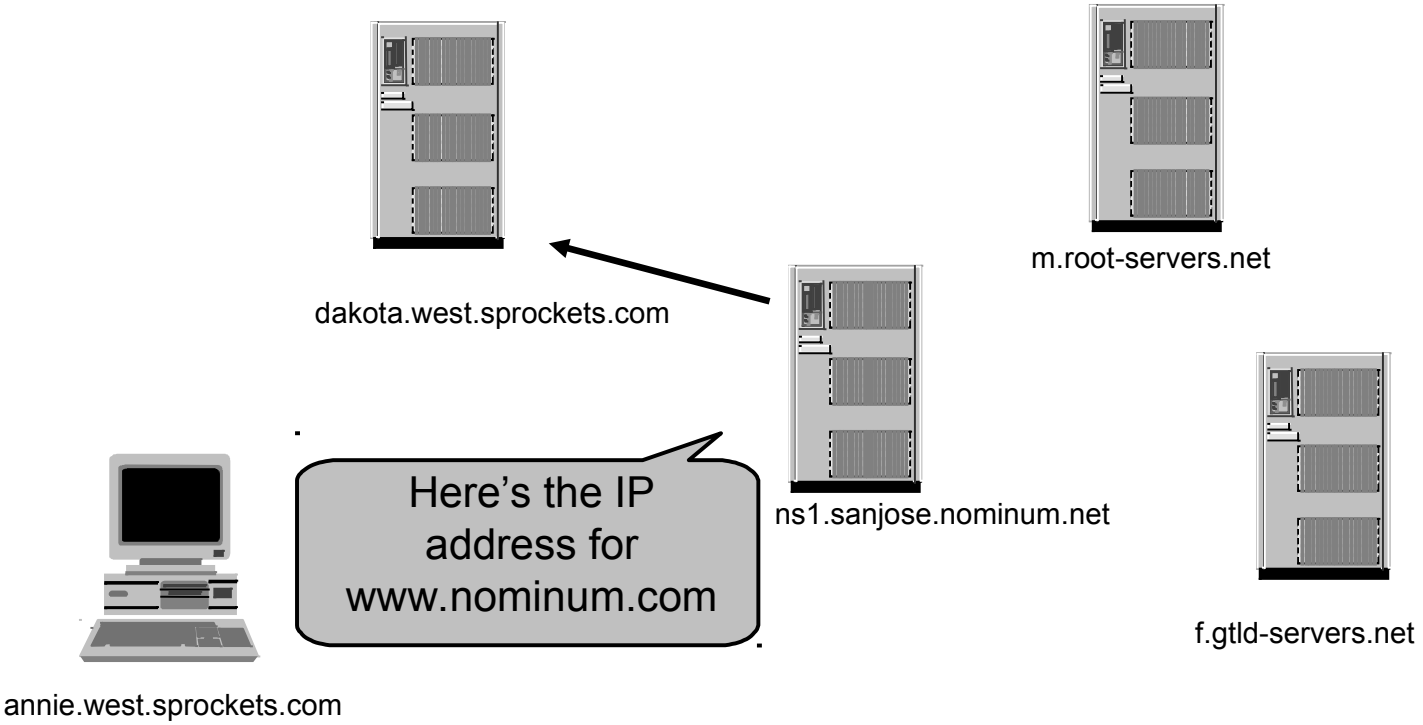
DNS nimede lahendamise protsess

Nimeserver *dakota* küsib *nominum.com* nimeserverilt *ns1.sanjose* serveri *www.nominum.com's* aadressi



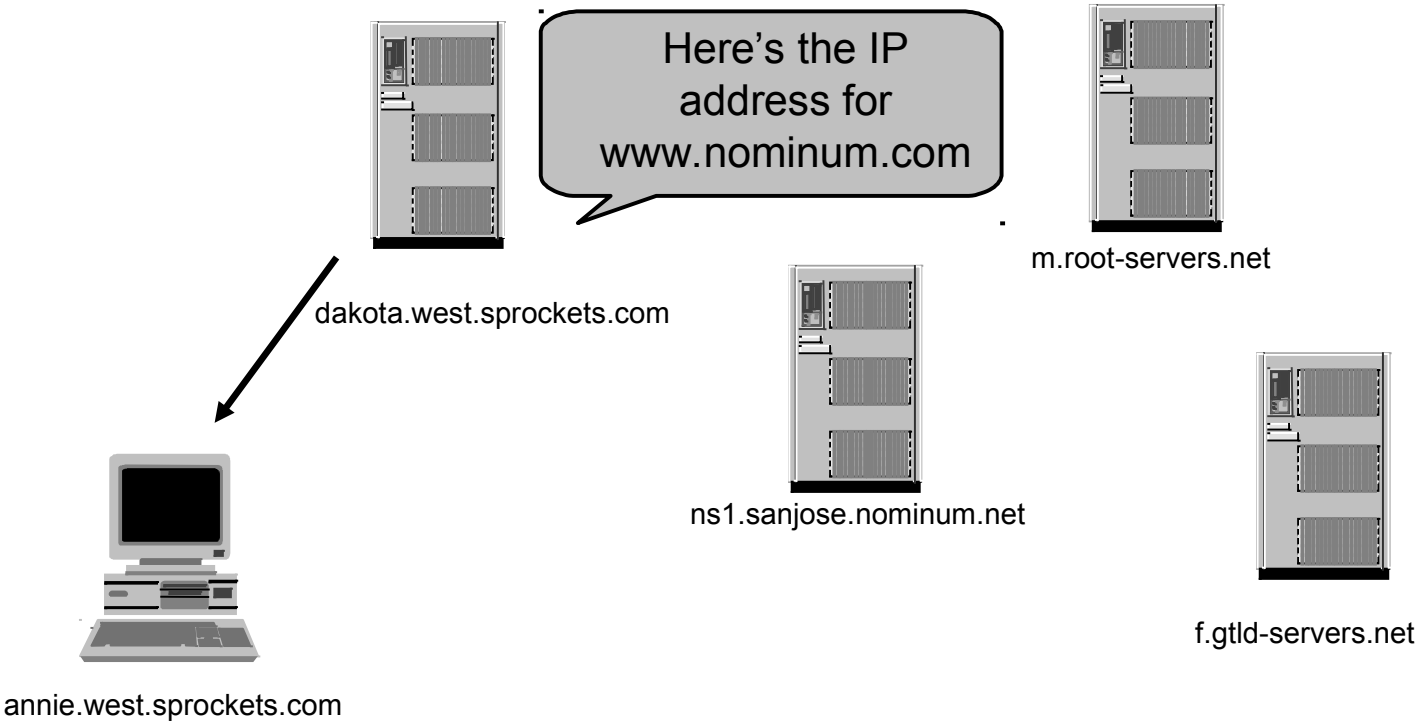
DNS nimede lahendamise protsess

nominum.com nimeserver *ns1.sanjose* saadab vastuseks *www.nominum.com's* aadressi



DNS nimede lahendamise protsess

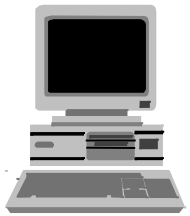
Nimeserver *dakota* vastab masinale *annie* ja saadab *www.nominum.com's* aadressi



DNS nimede lahendamise protsess (puhverdamine)

Peale eelnevat päringut teab *dakota* nüüd ja jätab meelde:

- .com nimeserverite nimed ja IP aadressid
- e *nominum.com* nimeserverite nimed ja IP aadressid
- *www.nominum.com* IP aadressi



annie.west.sprockets.com